

**FACULDADE DE
MEDICINA DENTÁRIA
UNIVERSIDADE DO PORTO**

MODELOS DE APRENDIZAGEM NO ENSINO E NA AVALIAÇÃO INFORMATIZADA EM PRÓTESE FIXA

PAULO JORGE ROCHA ALMEIDA

PORTO | 2015

Universidade do Porto
Faculdade de Medicina Dentária

**Modelos de aprendizagem no ensino e na
avaliação informatizada em Prótese Fixa**

Orientador:

Professor Doutor César Fernando Coelho Leal Silva

Professor Associado com Agregação

Faculdade de Medicina Dentária da Universidade Porto

Coorientador:

Professor Doutor José Carlos Reis Campos

Professor Associado com Agregação

Faculdade de Medicina Dentária da Universidade Porto

PAULO JORGE ROCHA ALMEIDA

PORTO | 2015

**Dissertação de candidatura ao grau de Doutor apresentada à
Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto**

Ao meu filho e a toda a minha família

Conselho Científico da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto

Prof. Doutor Miguel Fernando Silva Gonçalves Pinto (Presidente)

Prof. Doutor João Fernando Costa Carvalho (Vice-Presidente)

Prof. Doutora Ana Paula Coelho Macedo Augusto

Prof. Doutor António Cabral de Campos Felino

Prof. Doutor António Marcelo de Azevedo Miranda

Prof. Doutor Afonso Manuel Pinhão Ferreira

Prof. Doutor César Fernando Coelho Leal da Silva

Prof. Doutor Filipe Poças de Almeida Coimbra

Prof. Doutor Germano Neves Pinto Rocha

Prof. Doutora Inês Alexandra Costa Morais Caldas

Prof. Doutora Irene Graça Azevedo Pina Vaz

Prof. Doutor João Carlos Antunes Sampaio Fernandes

Prof. Doutor José António Macedo Carvalho Capelas

Prof. Doutor Manuel José Fontes de Carvalho

Prof. Doutora Maria Benedita Almeida Garrett de Sampaio Maia

Prof. Doutora Maria Cristina Pinto Coelho Mendonça Figueiredo Pollmann

Prof. Doutora Maria Helena Guimarães Figueiral da Silva

Prof. Doutora Maria Helena Raposo Fernandes

Prof. Doutora Maria de Lurdes Ferreira Lobo Pereira

Prof. Doutor Mário Jorge Rebolho Fernandes Silva

Prof. Doutor Mário Ramalho Vasconcelos

Prof. Doutor Paulo Rui Galvão Ribeiro de Melo

Prof. Doutor Pedro Manuel Vasconcelos Mesquita

Prof. Doutor Pedro de Sousa Gomes

Prof. Doutor Ricardo Manuel Casaleiro Lobo de Faria e Almeida

Professores Jubilados

Prof. Doutor Adão Fernando Pereira

Prof. Doutor Amílcar Almeida Oliveira[†]

Prof. Doutor António Manuel Machado Capelas[†]

Dr. António Ulisses Matos dos Santos

Prof. Doutor Durval Manuel Belo Moreira

Prof. Doutor Francisco António Rebelo Morais Caldas

Dr. José Maria Vaz Osório[†]

Prof. Doutor José Serra Silva Campos Neves

Prof. Doutor Manuel Desport Marques[†]

Prof. Doutor Manuel Guedes de Figueiredo

Professores Aposentados

Prof. Doutor António Manuel Guerra Capelas

Prof. Dr. Artur Manuel Osório de Araújo

Prof. Doutor Fernando Jorge Morais Branco

Prof. Doutor Fernando José Brandão Martins Peres[†]

Prof. Doutor José Albertino Cruz Lordelo

Prof. Doutor José Carlos Pina Almeida Rebelo

Prof. Doutor Manuel Pedro da Fonseca Paulo

Prof. Doutora Maria Adelaide Macedo Carvalho Capelas[†]

Prof. Doutora Maria Purificação Valenzuela Sampaio Tavares

Prof. Doutor Rogério Serapião Martins Aguiar Branco

AGRADECIMENTOS

Para a concretização deste trabalho, pude contar com a colaboração de diferentes pessoas e profissionais a quem gostaria de agradecer.

Ao meu orientador, Prof. Doutor César Fernando Coelho Leal Silva por todo o apoio durante a preparação, organização e escrita desta tese.

Ao meu coorientador, Prof. Doutor José Carlos Reis Campos, por todo o acompanhamento neste processo e por todo o seu esforço e dedicação na resolução de problemas técnicos e científicos.

Ao Prof. Doutor João Carlos Antunes Sampaio Fernandes, pela presença constante neste trabalho, pela sua capacidade ímpar na liderança, organização, visão global do conhecimento na Medicina Dentária e em especial pelo desenvolvimento do conhecimento na Prótese Fixa.

Ao Prof. Dr. Artur Rego Alves de Pinho por todo o apoio durante a elaboração desta investigação e pela sua constante envolvimento e disponibilidade.

Ao Prof. Doutor Mário Augusto Pires Vaz, do INEGI, pelo apoio e disponibilidade na resolução de problemas teóricos e práticos desta investigação.

Ao Engº Nuno Viriato Ramos, do INEGI, para sua dedicação e apoio contínuo do desenvolvimento dos modelos de investigação.

À Prof. Doutora Sandra Cristina de Faria Ramos, pelo seu interesse, contínua discussão e dedicação na análise estatística dos resultados.

A todos os docentes e funcionários da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto.

A toda a minha família e amigos por perceberem as minhas ausências.

RESUMO

A avaliação no ensino é um elemento fundamental da mensuração do grau do conhecimento em determinada área de estudo. A avaliação é, assim, um elemento crítico quer no ensino pré-clínico, como no clínico, pós-graduado e ao longo de toda a carreira formativa de um profissional. Na prótese fixa, a avaliação das preparações dentárias é difícil devido à subjetividade de cada operador e dependência de elementos de cada operador como a acuidade visual. O presente trabalho teve como principal objetivo elaborar um sistema objetivo de avaliação e classificação de preparações dentárias em Prótese Fixa, com o recurso ao sistema PREPassistant®, sendo necessário recorrer a modelos calibrados e informaticamente desenhados em CAD. Foram criados vários modelos originais intactos e correspondente modelo instrutor para calibração do sistema. O segundo objectivo é avaliar a influência de dois métodos de aprendizagem e avaliar a evolução da técnica da preparação dentária por alunos finalistas do 3º ano da FMDUP. Para o estudo da avaliação das preparações dentárias, foram realizados 3 métodos de avaliação diferentes: um informatizado, o sistema PREPassistant®, e dois visuais/manuais, um da forma clássica e outro visual com recurso a imagens informatizadas. Neste estudo, os operadores consistiram de alunos que nunca contactaram com a técnica de preparação dentária prótese fixa (alunos finalistas do 3º ano de FMDUP). Foi leccionada uma aula a todos os operadores sobre a técnica de preparação dentária para uma coroa de cerâmica pura no dente 15. Posteriormente, os operadores foram divididos em dois grupos, sujeitos a dois diferentes métodos de treino prático de aprendizagem, com modelos especificamente desenhado em CAD para cada método.. Os operadores executaram as preparações e, posteriormente, estas foram avaliadas por três métodos distintos: avaliação pelo PREPassistant®, avaliação por três avaliadores usando dois métodos, o método clássico e um método direto modificado baseado em imagens obtidas na avaliação informatizada. Os resultados foram analisados estatisticamente para $p < 0,05$. Por fim, todos os operadores do grupo de modelos referenciados foi questionado acerca da relevância do uso de modelos referenciados no processo de aprendizagem.

Os resultados obtidos evidenciam diferenças estatisticamente significativas na fase de aprendizagem. Uma verificação do presente trabalho relaciona-se com a fadiga demonstrada pelos operadores a partir da quinta amostra. Verificou-se também que os alunos apresentaram maiores dificuldades técnicas a interpretar o eixo da preparação dentária. Relativamente aos diferentes métodos de avaliação, verificou-se que no método clássico a disparidade de valores foi elevada. Ao longo deste trabalho, as limitações do sistema PREPassistant® foram reconhecidas, nomeadamente nos critérios de avaliação da rugosidade e da regularidade do acabamento da preparação dentária. Simultaneamente,

verificou-se que o sistema informatizado levou a um maior consumo de tempo do que o sistema de avaliação clássico.

Palavras-chave: Métodos de avaliação, Sistema PREPassistant®, Avaliação clássica, Avaliação visual informatizada, Modelos de treino, Simuladores dentários, Simuladores da preparação dentária.

ABSTRACT

Evaluation in education consists of a key element in measuring the degree of knowledge in a particular area of study. The assessment is, thus, a critical element in both pre-clinical teaching, as well as in clinical, post-graduate and throughout the training career of a professional. In fixed prosthesis, the evaluation of dental preparations is difficult because of the subjectivity of each operator and dependence on elements of each operator as visual acuity. As its first objective, this work proposed the development of a objective evaluation and classification system of dental preparations, in Fixed Prosthodontics, by means of using the PREPassistant® system, along with calibrated models, computer designed in CAD. Several original intact models were created and for system calibration, the corresponding trainer models were also produced. The second objective is to evaluate the influence of two learning methods and evaluate the evolution of the tooth preparation technique developed by final year students of the 3rd year at FMDUP. To study the evaluation of dental preparations, three different assessment methods were performed: a computer-based method, the PREPassistant® system, and two visual/manual methods, a classical method and a visual method using computerized images. In this study, operators consisted of students who never contacted with the technical preparation of tooth fixed prosthesis (final year students of the 3rd year of FMDUP). A lesson to all operators on the technique of tooth preparation for an all-ceramic crown on tooth 15 was taught. Subsequently, the operators were divided into two groups subjected to two different methods of practical training learning, with CAD models specifically designed for each method. The operators performed the preparations and subsequently these were evaluated by three different methods: evaluation by PREPassistant®, evaluation by three evaluators using two methods, the classical method and a direct method based on modified images obtained in computerized assessment. The results were analyzed statistically at $p < 0.05$. Finally, all operators in the group that received referenced models were questioned on the relevance to the learning process of using referenced models.

The results indicated statistically significant differences in the learning phase. This work highlighted the problem of fatigue demonstrated by operators from the fifth sample onwards. It was also found that students had greater technical difficulties with regards to the interpretation of the axis of tooth preparations. Relatively to the different evaluation methods, it was found disparities in the values from the traditional method. Throughout this paper, the limitations of PREPassistant® system were recognized, including the evaluation criteria of the roughness and accuracy of finish tooth preparations. Simultaneously, it was found that the computer system was more time consuming than the classic system of evaluation.

Keywords: Evaluation methods, PREPassistant® System, Classic Evaluation, Computerized visual evaluation, Training models, Dental simulators, Tooth preparation simulators.

ÍNDICE

Agradecimentos	i
Resumo	iii
Abstract	v
Índice	vii
Lista de Abreviaturas	xi
Lista de Figuras	xiii
Lista de Tabelas	xix
 I. INTRODUÇÃO	 1
1. SIMULADORES NO ENSINO PRÉ-CLÍNICO NA MEDICINA DENTÁRIA	3
1.1. Definição de Simuladores com Aplicação em Clínica	4
1.2. Simulação e Questões Éticas	5
1.3. Objetivos e Vantagens da Simulação	7
1.4. Tipos de Simuladores	9
1.4.1. Simuladores de treino de tarefas parciais	9
1.4.2. Pacientes e ambientes simulados	10
1.4.3. Simuladores baseados em computadores	10
1.4.3.1. Simuladores de realidade virtual	10
1.4.3.2. Simuladores hápticos	12
2. ENSINO PRÉ-CLÍNICO DE PRÓTESE FIXA NA MEDICINA DENTÁRIA	13
2.1. Simuladores	13
2.2. Instrumentos de Corte Rotativos (ICR) e Motorizados	13
2.3. Preparação Dentária	14
2.3.1. Retenção e estabilidade	14
2.3.2. Eixo da preparação dentária / posição na arcada dentária	18
2.3.3. Linhas de acabamento e relação periodontal	18
2.3.4. Desgaste oclusal e axial	19
2.3.4.1. Formas de controlo de desgaste	19
2.3.4.2. Preservação da estrutura dentária	20
2.3.5. Rugosidade da margem e da parede axial	20
2.3.7. Altura da preparação	21
3. DESENHO VIRTUAL	23
3.1. CAD	23

3.1.1. Métodos de digitalização 3D	23
3.1.2. Reflexão	24
3.1.3. Sistemas de referenciação e gabarito	24
3.1.4. Alinhamentos de imagens 3D (Best-fit, nuvem de pontos)	25
3.1.5. Ficheiro STL	26
3.1.6. Desenho em formas orgânicas	26
4. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO NA PRÉ-CLÍNICA	29
4.1. Avaliação Manual	30
4.2. Avaliação Informatizada	32
4.2.1. Sistemas disponíveis	32
4.2.2. Sistema PREPassistant®	34
4.2.2.1. Descrição do sistema PREPassistant®	34
4.2.2.2. Vantagens do sistema PREPassistant®	34
4.2.2.3. Desvantagens do sistema PREPassistant®	35
5. OBJETIVOS	37
 II. MATERIAIS E MÉTODOS	 39
1. PREPARAÇÃO DOS MODELOS ORIGINAIS E RESPETIVOS CALIBRADORES	41
1.1. Critérios do Desenho da Preparação Dentária	41
1.2. Características Básicas da Aprendizagem da Preparação Dentária	42
1.3. Características dos Instrumentos de Corte Rotativo (ICR)	43
1.4. Desenho CAD	44
1.5. Impressão e Marcação das Referências nos Modelos	54
2. PREPARAÇÃO DO ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA APRENDIZAGEM	57
2.1. Organização do Estudo	57
2.2. Aula Prévia	59
2.3. Entrega de Materiais	61
2.4. Organização das Amostras	62
2.5. Preparação dos Diferentes Modelos	62
3. DEFINIÇÃO DOS PARÂMETROS DA AVALIAÇÃO	64
4. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO	76
4.1. PREPassistant®	76
4.1.1. Preparação das amostras para leitura	76
4.1.2. Sistema de leitura da preparação dentária	77
4.1.3. Montagem da grelha de avaliação	77
4.1.4. Obtenção dos resultados no sistema PREPassistant® por amostra	85

4.1.5. Criação de imagens informatizadas para avaliação visual	85
4.1.6. Conversão dos resultados da avaliação em nota	85
4.2. Avaliação Manual / Avaliação Visual	85
4.2.1. Avaliação clássica	86
4.2.2. Avaliação visual informatizada	87
5. ANÁLISE ESTATÍSTICA	88
 III. RESULTADOS	 89
1. ANÁLISE DAS AMOSTRAS PELO PREPASSISTANT®	91
2. MEDIÇÕES COM SISTEMA PREPASSISTANT®	91
3. AVALIAÇÃO BASEADA NA CONVERSÃO DAS MEDIÇÕES PREPASSISTANT®	91
4. AVALIAÇÃO VISUAL INFORMATIZADA, POR AVALIADOR OBJETIVA	91
5. AVALIAÇÃO MÉDIA SUBJETIVA PARA PONDERAÇÃO COM O SISTEMA PREPASSISTANT®	92
6. AVALIAÇÃO SUBJETIVA, POR AVALIADOR	92
7. AVALIAÇÃO TOTAL OBJETIVA, SUBJETIVA E TOTAL FINAL	92
8. AVALIAÇÃO CLÁSSICA	93
9. COMPARAÇÃO ENTRE OBSERVADORES E MÉTODOS DE AVALIAÇÃO	93
9.1. PREPassistant® versus método Visual Informatizado (VI)	93
9.2. PREPassistant® versus Método Clássico (C)	97
9.3. Método Visual Informatizado Versus Método Clássico	98
10. AVALIAÇÃO DO DESVIO DOS MÉTODOS VISUAL INFORMATIZADO E CLÁSSICO RELATIVAMENTE AO MÉTODO DE AVALIAÇÃO PREPASSISTANT®	99
11. ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA APRENDIZAGEM (BASEADA NO MÉTODO PREPASSISTANT®)	101
 IV. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	 115
1. CALIBRAÇÃO DA AVALIAÇÃO COM O SISTEMA PREPASSISTANT®	117
2. EVOLUÇÃO DA APRENDIZAGEM	118
3. AVALIAÇÃO COM O SISTEMA PREPASSISTANT®, CLÁSSICA E VISUAL INFORMATIZADA	121
4. ANÁLISE DA COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS DE AVALIAÇÃO	125
 V. CONCLUSÕES	 129
 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	 133

LISTA DE ABREVIATURAS

2I - 2ª Inclinação da parede vestibular

A

AA - Angulação Axial

AA-D – Angulação Axial-Distal

AA-L – Angulação Axial-Lingual

AA-M – Angulação Axial-Mesial

AA-V – Angulação Axial-Vestibular

AC – Acabamento;

AEDE - Associação para a Educação Dentária na Europa

AnA - Ângulos Arredondados

AV - Angulação Vertentes

AV-L – Angulação Vertentes Lingual da Cúspide Vestibular

AV-V – Angulação Vertentes Vestibular da Cúspide Lingual

AX - Parede Axial

C

CAL - Aprendizagem Assistida por computador (“Computer-Assisted Learning”)

CAS - Simulação Assistida por Computador (“Computer-Assisted Simulation”)

CF - Cúspide Funcional

CL - Cúspide Lingual

CP – Bisel da cúspide funcional CV - Cúspide Vestibular

D

D – Distal

E

EA – Espessura Axial

EA-D – Espessura Axial-Distal

EA-L – Espessura Axial-Lingual

EA-M – Espessura Axial-Mesial

EA-V – Espessura Axial-Vestibular

EC – Espessura da Margem Cervical

EC-D - Espessura da Margem Cervical Distal

EC-L - Espessura da Margem Cervical Lingual

EC-M - Espessura da Margem Cervical Mesial

EC-V - Espessura da Margem Cervical Vestibular

EO – Espessura Oclusal

EO-L – Espessura Oclusal- Cúspide Lingual

EO-S – Espessura Oclusal – Sulco oclusal

EO-V – Espessura Oclusal- Cúspide Vestibular

EUA - Estados Unidos da América

I

ICR - Instrumentos de Corte Rotativos

L

L – Lingual

LS - Lisura

M

M - Mesial

MC - Margem Cervical

MD - Mesial-Distal

O

OC - Face Oclusal

P

PC – Posição da margem cervical

PC-D – Posição da margem cervical Distal

PC-L – Posição da margem cervical
Lingual

PC-M – Posição da margem cervical
Mesial

PC-V - Posição da margem cervical
Vestibular

R

RG - Regularidade

RV - Realidade Virtual

S

SDC - Simulador Dentário

Computadorizado

SO - Sulco Oclusal

T

TBRV - Treino Baseado Em Realidade
Virtual

TL - Tipo Linha

U

UE - União Europeia

V

V – Vestibular

VL - Vertente Lingual

VV - Vertente Vestibular

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
Figura 1: Preparação dentária para coroa de cerâmica. <i>Fonte:</i> GDS ¹⁵⁹ (modificado).	41
Figura 2: IRC tronco cônico (A) e tronco cilíndrico (B). <i>Fonte:</i> Komet. ¹⁶⁰	43
Figura 3: IRC diamante com extremidade esférica. <i>Fonte:</i> Komet. ¹⁶⁰	44
Figura 4: Dente 15: vista mesial (A) e vista vestibular (B).	45
Figura 5: Dente 26: vista mesial (A) e vista vestibular (B).	45
Figura 6: Dente 15 (A) e dente 26 (B).	46
Figura 7: Modelo tipo 1A de dente 15 inteiro sem guias (A), modelo tipo 1 de dente 15 com guias de orientação de eixo de inserção e da margem cervical (B) e respetivo calibrador (C).	47
Figura 8: Desenho da preparação dentária do modelo tipo 1: vista vestibular-lingual (A) e mesial-distal (B).	48
Figura 9: Relação da preparação dentária do modelo tipo 1 com o dente inteiro (A); medidas de referência (B).	48
Figura 10: Modelo tipo 2 de treino da margem de acabamento cervical, parede axial e conicidade (A) e respetivo calibrador (B).	49
Figura 11: Desenho da preparação dentária do modelo tipo 2: vista vestibular-lingual (A) e mesial-distal (B).	49
Figura 12: Relação do modelo inteiro tipo 2 com o respetivo calibrador: vista vestibular-lingual (A) e mesial-distal (B).	50
Figura 13: Modelo tipo 3 de treino do desgaste da face oclusal e bisel da cúspide funcional (A) e respetivo calibrador (B).	51
Figura 14: Desenho modelo tipo 3: vista vestibular-lingual (A) e mesial-distal (B).	51
Figura 15: Relação do modelo inteiro tipo 3 com o respetivo calibrador	52

Figura 16: Modelo tipo 4 de treino da margem de acabamento cervical, parede axial, conicidade da parede axial, desgaste da face oclusal e bisel da cúspide funcional (A) e respetivo calibrador (B).	53
Figura 17: Desenho do modelo tipo 4: vista vestibular-lingual (A) e mesial distal (B).	53
Figura 18: Relação do modelo integro tipo 4 com o respetivo calibrador (A) e com o dente integro (B).	54
Figura 19: Modelo tipo 1 real após impressão, em vista mesial (A) e em vista vestibular (B), e respetivo calibrador em vista mesial (C) e vestibular (D).	55
Figura 20: Modelo tipo 2 real após impressão, em vista mesial (A) e em vista vestibular (B), e respetivo calibrador em vista mesial (C) e vestibular (D).	55
Figura 21: Modelo tipo 3 real após impressão, em vista mesial (A) e em vista vestibular (B), e respetivo calibrador em vista mesial (C) e vestibular (D).	56
Figura 22: Modelo tipo 4 real após impressão, em vista mesial (A) e em vista vestibular (B), e respetivo calibrador em vista mesial (C) e vestibular (D).	56
Figura 23: Exemplo de modelo tipo 1 integro com marcações.	57
Figura 24: Descrição do desenho do estudo.	58
Figura 25: Total de 210 preparações dentárias utilizadas na fase de avaliação diagnóstica, na fase de aprendizagem e na fase de avaliação final.	59
Figura 26: Modelos originais entregues aos alunos do grupo A (A) e do grupo B (B).	61
Figura 27: Materiais fornecidos aos operadores para a execução das preparações dentárias.	62
Figura 28: Modelos preparados para realizar as avaliações.	63
Figura 29: Total das amostras organizadas para avaliação.	64
Figura 30: Critérios gerais de avaliação da preparação dentária.	66
Figura 31: Critérios de avaliação das preparações dentárias em forma abreviada e com ponderações por critério. <i>Legenda:</i> 2I - 2ª Inclinação; AA - Angulação Axial; AC – Acabamento; AnA - Ângulos Arredondados; AV - Angulação Vertentes; AX - Parede Axial; CF - Cúspide Funcional; CL - Cúspide Lingual; CV - Cúspide Vestibular; D – Distal; EA - Espessura Axial; EM -	68

Espessura Margem; EO - Espessura Oclusal; L – Lingual; LS – Lisura; M – Mesial; MC - Margem Cervical; OC - Face Oclusal; PM - Posição Margem; RG – Regularidade; SO - Sulco Oclusal; TL - Tipo Linha; V – Vestibular; VL - Vertente Lingual; VV - Vertente Vestibular.

Figura 32: Critérios da avaliação com ponderações relativas para cada parâmetro individual e para cada grupo de parâmetro. *Legenda:* 2I - 2ª Inclinação; AA - Angulação Axial; AC – Acabamento; AnA - Ângulos Arredondados; AV - Angulação Vertentes; AX - Parede Axial; CF - Cúspide Funcional; CL - Cúspide Lingual; CV - Cúspide Vestibular; D – Distal; EA - Espessura Axial; EM - Espessura Margem; EO - Espessura Oclusal; L – Lingual; LS – Lisura; M – Mesial; MC - Margem Cervical; OC - Face Oclusal; PM - Posição Margem; RG – Regularidade; SO - Sulco Oclusal; TL - Tipo Linha; V – Vestibular; VL - Vertente Lingual; VV - Vertente Vestibular.

Figura 33: Critérios de avaliação objetiva e subjetiva das preparações dentárias e respectivas ponderações relativas. *Legenda:* 2I - 2ª Inclinação; AA - Angulação Axial; AC – Acabamento; AnA - Ângulos Arredondados; AV - Angulação Vertentes; AX - Parede Axial; CF - Cúspide Funcional; CL - Cúspide Lingual; CV - Cúspide Vestibular; D – Distal; EA - Espessura Axial; EM - Espessura Margem; EO - Espessura Oclusal; L – Lingual; LS – Lisura; M – Mesial; MC - Margem Cervical; OC - Face Oclusal; PM - Posição Margem; RG – Regularidade; SO - Sulco Oclusal; TL - Tipo Linha; V – Vestibular; VL - Vertente Lingual; VV - Vertente Vestibular.

Figura 34: Critérios de avaliação objetiva e subjetiva e respectivas ponderações para a série de modelos tipo 2. *Legenda:* AA - Angulação Axial; AC – Acabamento; AX - Parede Axial; D – Distal; EA - Espessura Axial; EM - Espessura Margem; L – Lingual; LS – Lisura; M – Mesial; MC - Margem Cervical; PM - Posição Margem; RG – Regularidade; TL - Tipo Linha; V – Vestibular.

Figura 35: Critérios da avaliação em forma abreviada e com ponderações por critério para a série de modelos tipo 3. *Legenda:* AC – Acabamento; AV - Angulação Vertentes; CF - Cúspide Funcional; CL - Cúspide Lingual; CV - Cúspide Vestibular; EO - Espessura Oclusal; LS – Lisura; OC - Face Oclusal; RG – Regularidade; SO - Sulco Oclusal; VL - Vertente Lingual; VV - Vertente Vestibular.

Figura 36: Critérios da em forma abreviada e com ponderações por critério para a série de modelos tipo 4. <i>Legenda:</i> AA - Angulação Axial; AC – Acabamento; AnA - Ângulos Arredondados; AX - Parede Axial; CF - Cúspide Funcional; CL - Cúspide Lingual; CV - Cúspide Vestibular; D – Distal; EA - Espessura Axial; EM - Espessura Margem; EO - Espessura Oclusal; L – Lingual; LS – Lisura; M – Mesial; MC - Margem Cervical; OC - Face Oclusal; PM - Posição Margem; RG – Regularidade; SO - Sulco Oclusal; TL - Tipo Linha; V – Vestibular; VL - Vertente Lingual; VV - Vertente Vestibular.	73
Figura 37: Métodos de avaliação. <i>Legenda:</i> OBS – Observador.	76
Figura 38: A interface do utilizador do sistema PREPAssistant® para a série de modelos tipo 1 e 1A: perspectiva vestibular-lingual (A) e mesial-distal (B). As imagens mostram o emparelhamento dos modelos original-instrutor-aluno e respectivas grelhas de avaliação.	79
Figura 39: A interface do utilizador do sistema PREPAssistant® para a série de modelos tipo 2: corte vestibular-lingual (A) e corte mesial-distal (B). As imagens mostram o emparelhamento dos modelos original-instrutor-aluno e respectivas grelhas de avaliação.	81
Figura 40: A interface do utilizador do sistema PREPAssistant® para a série de modelos tipo 3 em corte vestibular-lingual. A imagem mostra o emparelhamento dos modelos original-instrutor-aluno e respectivas grelhas de avaliação.	82
Figura 41: A interface do utilizador do sistema PREPAssistant® para a série de modelos tipo 4: corte vestibular-lingual (A) e corte mesial-distal (B). As imagens mostram o emparelhamento dos modelos original-instrutor-aluno e respectivas grelhas de avaliação.	84
Figura 42: Descrição do tipo de avaliação normal/visual. <i>Legenda:</i> OBS – Observador.	86
Figura 43: Detalhe da sobreposição de preparações original-instrutor-aluno obtida no PREPAssistant®.	87
Figura 44: Distribuição das classificações médias obtidas para o total dos parâmetros (A) e para o grupo de parâmetros (B). As diferenças das distribuições são estatisticamente significativas. As distribuições identificadas com letras diferentes são significativamente diferentes para $\alpha=0.05$ de acordo com as comparações múltiplas de médias das ordens. <i>Legenda:</i> VI-Observador	96

1 – Visual Informatizada-Observador 1; VI-Observador 2 – Visual Informatizada-Observador 2; VI-Observador 3 – Visual Informatizada-Observador 3.

Figura 45: Distribuição das classificações médias obtidas para o total dos parâmetros. As diferenças das distribuições são estatisticamente significativas. As distribuições identificadas com letras diferentes são significativamente diferentes para $\alpha=0.05$ de acordo com as comparações múltiplas de médias das ordens. *Legenda:* C-Observador 1 – Clássica-Observador 1.; C-Observador 2 – Clássica-Observador 2; C-Observador 3 – Clássica-Observador 3. 98

Figura 46: Distribuição das classificações médias obtidas para o total dos parâmetros. As diferenças das distribuições são estatisticamente significativas. As distribuições identificadas com letras diferentes são significativamente diferentes para $\alpha=0.05$ de acordo com as comparações múltiplas de médias das ordens. *Legenda:* VI-O1 – Visual Informatizado-Observador 1; VI-O2 – Visual Informatizado-Observador 2; VI-O3 – Visual Informatizado-Observador 3; C-O1 – Clássica-Observador 1; C-O2 – Clássica-Observador 2; C-O3 – Clássica-Observador 3. 100

Figura 47: Variação do desvio relativo (Δ) entre o método PREPAssistant® e cada um dos outros métodos de avaliação. *Legenda:* VI-O1 – Visual Informatizado-Observador 1; VI-O2 – Visual Informatizado-Observador 2; VI-O3 – Visual Informatizado-Observador 3; C-O1 – Clássica-Observador 1; C-O2 – Clássica-Observador 2; C-O3 – Clássica-Observador 3. 100

Figura 48: Evolução da aprendizagem avaliada em cada parâmetro e por grupo de estudo. *Legenda:* EC-V – Espessura da Margem Cervical -Vestibular; EC-L – Espessura da Margem Cervical-Lingual; EC-M - Espessura da Margem Cervical-Mesial; EC-D - Espessura da Margem Cervical-Distal. 108

Figura 49: Evolução da aprendizagem avaliada em cada parâmetro e por grupo de estudo. *Legenda:* AA-D – Angulação Axial-Distal; AA-L – Angulação Axial-Lingual; AA-M – Angulação Axial-Mesial; AA-V – Angulação Axial-Vestibular; PC-D – Posição da margem cervical Distal; PC-L – Posição da margem cervical Lingual; PC-M – Posição da margem cervical Mesial; PC-V - Posição da margem cervical Vestibular. 109

Figura 50: Evolução da aprendizagem avaliada em cada parâmetro e por grupo de estudo. *Legenda:* EA-D – Espessura Axial-Distal; EA-L – Espessura Axial-Lingual; EA-M – Espessura Axial-Mesial; EA-V – Espessura Axial-Vestibular; 110

EO-L – Espessura Oclusal- Cúspide Lingual; EO-S – Espessura Oclusal – Sulco oclusal; EO-V – Espessura Oclusal- Cúspide Vestibular.

Figura 51: Evolução da aprendizagem avaliada em cada parâmetro e por grupo de estudo. *Legenda:* AnA – Ângulos Arredondados; AV-L – Angulação Vertentes Lingual da Cúspide Vestibular; AV-V – Angulação Vertentes Vestibular da Cúspide Lingual; AX – Parede Axial; CP – Bisel da cúspide funcional; MC – Margem Cervical; OC – Face Oclusal; TL – Tipo de Linha de acabamento. 111

Figura 52: Evolução da aprendizagem avaliada em cada grupo parâmetro e por grupo de estudo. *Legenda:* AA – Angulação Axial; AV – Angulação Vertentes; CP – Bisel da cúspide funcional; EA – Espessura Axial; EC – Espessura da Margem Cervical; EO – Espessura Oclusal; PC – Posição da margem cervical. 112

Figura 53: Evolução da aprendizagem avaliada com base na média do total dos parâmetros e por grupo de estudo. 113

Figura 54: Evolução da aprendizagem avaliada com base na média dos grupos de parâmetros e por grupo de estudo. 114

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
Tabela 1: Graus de convergência ideais em preparações dentárias.	16
Tabela 2: Descrição das tolerâncias e notas respectivas dos parâmetros objectivos.	74
Tabela 3: Descrição das tolerâncias e notas respectivas dos parâmetros subjetivos.	75
Tabela 4: Descrição do plano, tipo de critério, localização e nomenclatura na avaliação informatizada da série de modelos tipo 1.	78
Tabela 5: Descrição do plano, tipo de critério, localização e nomenclatura na avaliação informatizada da série de modelos tipo 2.	80
Tabela 6: Descrição do plano, tipo de critério, localização e nomenclatura na avaliação informatizada da série de modelos tipo 3.	82
Tabela 7: Descrição do plano, tipo de critério, localização e nomenclatura na avaliação informatizada da série de modelos tipo 4.	83
Tabela 8: Estatísticas das classificações obtidas pelos métodos PREPassistant® e Visual Informatizado para análise dos parâmetros individuais.	94
Tabela 9: Estatísticas das classificações obtidas pelos métodos PREPassistant® e Visual Informatizado para análise dos parâmetros em grupo.	95
Tabela 10: Estatísticas das classificações obtidas pelos métodos PREPassistant® e Clássico.	97
Tabela 11: Estatísticas das classificações obtidas pelos métodos Visual informatizado e Clássico.	99
Tabela 12: Estatísticas do desvio relativo (Δ) entre o método PREPassistant® e cada um dos outros métodos de avaliação.	99
Tabela 13: Estatísticas das classificações de cada parâmetro (EC-V, EC-L, EC-M, EC-D, PC-V, PC-M, PC-L, PC-D, AA-V, AA-L) por etapa.	103
Tabela 14: Estatísticas das classificações de cada parâmetro (AA-M, AA-D, EA-V, EA-L, EA-M, EA-D, 2I, EO-D, EO-L) por etapa.	104

Tabela 15: Estatísticas das classificações de cada parâmetro (EO-S, AV-V, AV-L, CP, TL, MC, AX, OC, AA) por etapa.	105
Tabela 16: Estatísticas das classificações médias de cada grupo de parâmetros por etapa.	106
Tabela 17: Estatísticas das classificações médias por etapa.	107

I. INTRODUÇÃO

I. INTRODUÇÃO

1. SIMULADORES NO ENSINO PRÉ-CLÍNICO NA MEDICINA DENTÁRIA

A prática baseada em simulação foi institucionalizada em várias profissões de alto risco, como a aviação, energia nuclear e exercícios militares, para maximizar a segurança e minimizar os riscos associados aos treinos.

A procura do desenvolvimento de competências clínicas nos alunos tem recebido contribuições de tecnologias de simulação. Estas têm sido utilizadas em alguns campos da medicina para compensar a falta de recursos humanos nas faculdades ou para substituir tarefas tradicionalmente desempenhadas por instrutores.¹ Cardiologia, anestesiologia, cirurgia laparoscópica, ortopedia, e neurofisiologia estão entre o amplo espectro de especialidades médicas em que a tecnologia de simulação tem sido aplicada. Os avanços em simulação também têm sido utilizados para auxiliar na colocação de implantes dentários e de outros instrumentos e aparelhos biomédicos.²⁻⁴

Os programas de formação e de educação em medicina dentária utilizam diferentes técnicas de simulação para preparar os alunos para a atividade clínica. Os fantasmas têm sido um pilar na aprendizagem de restaurações em medicina dentária desde a sua introdução em 1894 por Edward Oswald Fergus.⁵ Os cursos pré-clínicos básicos em medicina dentária centram-se na preparação de cavidades padrão e de restaurações em dentes geralmente fixos a fantasmas.⁶

Em 1894, na Reunião Anual da “British Dental Association”, Oswald Fergus apresentou pela primeira vez a sua invenção, o “Dental Phantom”, para ser usado por estudantes de medicina dentária. Este consistia em três partes, uma haste de metal e duas mandíbulas representativas de bronze. Fergus demonstrou o valor do fantoma para o aluno, referindo que os dentes podiam ser fixados nas mandíbulas e que “a introdução de raízes, em vez de dentes, permite praticar a colocação de coroas em quase qualquer forma imaginável”.⁷

Desde então, o ensino clínico com simuladores em medicina dentária sofreu vários desenvolvimentos e os fantasmas, muito aperfeiçoados, continuam a ser um componente essencial e universal da educação e treino em medicina dentária.⁸

Em medicina dentária, os recursos tecnológicos modelam e canalizam as políticas de educação à medida que os avanços de investigação informam sobre novas formas de educar e avaliar os profissionais. A tecnologia e a política educacional fundem-se com

ênfase na eficiência à medida que são introduzidos novos modelos e testes de ensino médico.⁹

Para facilitar a harmonização e convergência de educação em medicina dentária na Europa, a Associação para a Educação Dentária na Europa (AEDE) e a DentEd definiram um conjunto de competências para a formação de dentistas na União Europeia (UE).^{10,11} A qualidade do ensino tem sido estudada¹² e analisada ao nível da sua coerência na Europa, que tem vindo a incluir e a motivar a disponibilidade de recursos relacionados com os modelos de simulação.¹³

Ao longo dos anos, a AEDE também tem sido ativa na busca de alta qualidade na educação em medicina dentária. Sob a sua alçada, Projeto Rede Temática DentEd foi apoiado pela primeira vez pela UE em 1997 para facilitar os padrões mais elevados na educação em medicina dentária e a competência e treino profissionais. Este projeto tendo sido capaz de estabelecer uma rede ampla de escolas de medicina dentária, criando um modelo de avaliação por pares e identificando modelos inovadores para atingir elevados padrões na educação odontológica em toda a Europa.^{10,11} Nesta fase, foi possível desenvolver um modelo curricular para medicina dentária em conformidade com os princípios da Declaração de Bolonha e discutir as aplicações tecnológicas no ensino graduado e pós-graduado em medicina dentária para auxiliar na educação e no desenvolvimento de competências dos estudantes. Neste âmbito, tiveram especial relevância a aplicação de simuladores e de avaliações assistidas por computador.^{11,14,15}

1.1. Definição de Simuladores com Aplicação em Clínica

Simulação pode ser definida como a técnica de imitar o comportamento de dada situação ou processo (económica, militar, mecânico, etc.), usando uma situação ou aparelho adequado e análogo, para fins de estudo ou de preparação de profissionais. Nessa definição está incluída uma grande variedade de atividades de espectro clínico.¹⁶

"Simulador" refere-se a um objeto físico ou à representação da tarefa integral ou parcial a ser replicada. "Simulação" refere-se a aplicações de simuladores no âmbito educativo ou de formação. O termo simulador é frequentemente usado para se referir a tecnologias que recriam o ambiente em que uma ou mais tarefas específicas são realizadas.¹⁷

As tecnologias de simulação utilizadas como ferramenta educacional podem conduzir a mudanças significativas na educação médica atribuindo um novo ênfase na aquisição e manutenção de conhecimento e capacidades, integração de certificação e recertificação de técnicas no currículo clínico, adoção dos domínios aprendizagem e prática, aumento de competências e avaliação de resultados.

A investigação deve concentrar-se em instrumentos válidos e confiáveis para uma avaliação mais sistemática de resultados, com o objectivo final de melhorar a qualidade dos serviços prestados aos pacientes. Instrumentos e regulamentações capazes de informar sobre o desempenho dos médicos e governar o privilégio da prática não só precisam de endossar o uso educacional das tecnologias de simulação, mas também enfrentar fontes de resistência cultural à sua adoção.¹⁸

A simulação nunca irá substituir o contexto situacional e as interações complexas adquiridas através da interação com pacientes reais. Mentores especializados serão sempre necessários, não só para verificar o desempenho dos estagiários em situações reais, mas também para avaliar a fidelidade *in vivo* dos simuladores. No entanto, as barreiras culturais não devem dificultar a adoção e o uso informado de tecnologias de simulação como ferramenta educacional poderosa e eficaz para maximizar o potencial do médico ou de outro profissional de saúde para melhorar o atendimento ao paciente.¹⁸

1.2. Simulação e Questões Éticas

De acordo com o relatório “To Err is human: Building a Safer Health System” do Instituto de Medicina nos Estados Unidos da América (EUA),¹⁹ pelo menos 44 mil pessoas, podendo estes valores atingir 98.000 pessoas, morrem nos hospitais a cada ano como resultado de erros médicos que poderiam ter sido evitados.

O erro médico pode ser definido como a incapacidade da conclusão prevista de uma ação planeada ou o uso de um plano errado para atingir um objetivo.¹⁹ Além da perda ou dano em vidas humanas, erros médicos evitáveis exigem outros custos significativos. Incluindo a despesa de cuidados adicionais que sejam necessárias em consequência de erros, perdas de rendimento e produtividade das famílias, e incapacidade, nos EUA os custos foram estimados em 17 bilhões de dólares americanos e 29.000 milhões dólares americanos por ano em hospitais.¹⁹ Os erros também são caros em termos de perda de confiança dos pacientes no sistema de saúde, e diminuição de satisfação por ambos os pacientes e

profissionais de saúde. Os pacientes que experimentam um internamento prolongado ou deficiência como resultado de erros desenvolvem desconforto físico e psicológico.¹⁹

Por outro lado, os profissionais de saúde pagam, com desânimo e frustração por não serem capazes de fornecer o melhor cuidado possível. Ocorrem perdas de produtividade laboral, redução da frequência escolar por crianças e diminuição dos níveis do estado de saúde da população.¹⁹

Em medicina, muitos acidentes potenciais são devidos a problemas de erro e de comunicação humana. Os simuladores podem ajudar através da formação de equipas para funcionar em perfeição com um estilo de ensino que considera o fator humano. A simulação também pode ser uma solução prática para vários problemas educacionais atuais. Estas incluem os desafios enfrentados pelas instituições de ensino para garantir estágios clínicos, a diminuição da aceitação social dos formandos e a diminuição drástica do tempo de treino disponível para os profissionais, devido à redução de horas através da diretiva europeia sobre tempo de trabalho.

A simulação é uma extraordinária ferramenta para educadores na área de saúde, permitindo aos alunos atingir metas sem que os pacientes sejam colocados em risco. De acordo com Gaba,²⁰ simulação é um processo educacional que substitui o paciente real por modelos artificiais ou de realidade virtual. O objetivo da simulação é reproduzir cenários de atendimento ao paciente em um ambiente realista para efeitos de *feedback* e avaliação. Bem conduzido, a simulação cria um ambiente educacional ideal porque as atividades de aprendizagem podem ser desenhadas para serem previsíveis, coerentes e padronizadas, seguras e reproduzíveis. Esse ambiente estimula o aluno através da experimentação e de ciclos de tentativa - erro com a capacidade de retroceder, ensaiar e praticar sem resultados negativos nos pacientes.²¹

No entanto, em algum momento, as competências dos profissionais de saúde devem ser aperfeiçoadas com a prática em pacientes. Simultaneamente, há a obrigação de fornecer o tratamento ideal e de garantir a segurança e o bem-estar dos pacientes. De acordo com Ziv *et al.*,²² equilibrar essas duas necessidades representa uma tensão ética fundamental na educação médica, sendo que o uso da simulação, sempre que possível, transmite uma mensagem educativa e ética fundamental aos pacientes.

Até ao momento, há poucas evidências, mas em número crescente, de que o treino em simulador melhora a educação e a prática em saúde e a segurança do paciente. Gaba²⁰ argumenta que “nenhuma indústria em que vidas humanas dependem do desempenho de capacidades, esperou por provas inequívocas dos benefícios da simulação antes de a

abraçar”. A integração eficaz de simulação em educação e avaliação médicas pode resolver o desafio de saúde moderna.²³

1.3. Objetivos e Vantagens da Simulação

Uma das capacidades mais importantes para qualquer dentista é a de preparar e restaurar tecidos danificados resultantes de lesões cariadas. O desenvolvimento desta aptidão requer o domínio de dois componentes: o conhecimento dos conceitos de procedimento e a destreza para o realizar. A dificuldade em obter pacientes para diferentes níveis de tratamento para estudantes do ensino superior constitui uma limitação na quantidade de experiência dos alunos.^{24 25}

A instrução sobre os conceitos de preparação cavitária e as demonstrações de técnicas podem ser oferecidos por instrutores. No entanto, o componente de desempenho exige uma situação em que os estudantes possam praticar repetidamente a aplicação do conhecimento transmitido pelo instrutor.

A segurança do paciente é a maior motivação do desenvolvimento de simulação pré-clínica em medicina dentária,^{26,27} permitindo praticar as tarefas operatórias antes de estas serem realizadas em pacientes, evitando assim que pacientes sejam submetidos a riscos desnecessários.

Nas últimas décadas, os educadores têm chegado à conclusão de que a área clínica pode não ser um ambiente ideal para a educação dentária. Inúmeras razões têm sido apontadas. As capacidades técnicas são cada vez mais complexas devido aos avanços no conhecimento, materiais e tecnologia. Paralelamente aos avanços tecnológicos, têm aumentado as restrições financeiras e, assim, a pressão para a alta rotatividade de pacientes nas clínicas-escolas, deixando menos tempo de ensino disponível para professores e alunos. Por fim, as preocupações com a segurança do paciente, levaram a uma redução na aceitação de ter alunos a praticar novas capacidades em pacientes.²⁸

Um outro propósito da simulação é a prática em condições controladas e padronizadas, permitindo a gestão de recursos e do tempo dos estudantes. O tratamento de pacientes, como parte de um programa de estudos, exige calendarização em torno da disponibilidade e das necessidades do paciente, enquanto, os fantasmas estão totalmente disponíveis para atender às necessidades do programa.

A prática usual em cursos pré-clínicos consiste em conduzir os alunos a aprender habilidades de restauração através da realização de uma série de preparações dentárias

padrão. As preparações cavitárias modelo são relativamente fáceis de avaliar, porque a avaliação é baseada em uma série de características mensuráveis da cavidade. Assim, a simulação também promove uma avaliação mais fiável.⁶

A simplificação é um ponto central da aplicação de simuladores na educação em medicina dentária. Na literatura refere-se ao conceito de "treino de tarefas parciais" que implica a segmentação de uma tarefa complexa nos seus componentes principais.²⁹ Os defensores da teoria da carga cognitiva³⁰ (*Cognitive Load Theory*) sugerem que a aprendizagem sequencial de subcomponentes, ao invés de simultaneamente, reduz a carga cognitiva do aluno a um nível administrável, melhorando as condições para a aprendizagem. Os fantasmas encontram-se incluídos nos "*partial task trainers*", permitindo que o aluno aprenda os processos de restauração de dentes, em isolamento das complexidades do ambiente clínico e do paciente.

Com poucas exceções,³¹ vários estudos indicam um aumento da confiança do aluno como um dos resultados da simulação.³²⁻³⁵ Atualmente, nenhuma escola de medicina dentária deveria permitir que os estudantes realizassem atividade clínica sem experiência prévia num ambiente simulado. Este é visto como essencial para o desenvolvimento das competências processuais e perceptivo-motoras, fundamentais à prática do médico dentista, potenciando também o aumento da confiança do aluno. Um comentário frequente, de alunos e professores, é que os primeiros contactos clínicos com pacientes podem suscitar nervosismo, e que a simulação é um dos procedimentos capazes de aumentar a confiança do aluno durante esta transição.³⁶

O uso desses recursos para o desenvolvimento de capacidades em medicina dentária ocupa atualmente grande parte do tempo curricular. Muitas escolas dispõem de laboratórios de simulação com fantasmas, mandíbulas e dentes artificiais removíveis que são utilizados para o desenvolvimento de aptidões pré-clínicas e que constituem uma parte essencial de programas de saúde oral.

A simulação constitui uma ferramenta de elevada utilidade não só na aprendizagem como também na identificação de alunos com dificuldades. A literatura evidencia uma falta de estudos que auxiliem a definição e implementação de tecnologias de simulação na avaliação do potencial de aprendizagem psicomotor dos alunos.³⁷ Um estudo realizado com um simulador dentário computadorizado (SDC), comercializado pela DentSim, sugere que um curso de SDC pode ajudar a identificar os alunos que necessitam de intervenção educacional aprofundada.³⁷

1.4. Tipos de Simuladores

Na área de medicina dentária existem atualmente várias companhias que comercializam sistemas de formação dentária e de treino pré-clínico de elevada versatilidade e eficácia. Nestas podem ser referidas a Nissin Dental,³⁸ a KaVo³⁹ e a Frasaco.⁴⁰ Estas entidades oferecem uma ampla gama de simuladores de medicina dentária, modelos de estudo, modelos de formação para aulas práticas em laboratórios dos estudantes de licenciatura e de pós-graduação. Os modelos atualmente comercializáveis abrangem várias áreas da medicina dentária: preventiva e operacional, prótese fixa, prótese removível, odontopediatria e ortodontia, radiologia e anestesia, endodontia, exodontia, cirurgia oral, higiene oral, periodontologia, e implantologia, patologia, anatomia e técnica dentária.³⁸⁻⁴⁰

O número e diversidade de simuladores tem crescido nos últimos anos. Os diferentes tipos de simuladores existentes podem ser classificados do seguinte modo:^{27,41} (i) treino de tarefas parciais; (ii) sistemas baseados em computadores; (iii) sistemas de realidade virtuais e hápticos; (iv) sistemas de manipulação completa; (v) simulação de pacientes; (vi) ambientes simulados e (vii) simuladores integrados que incluem simuladores guiados por modelos e por instrutores.

1.4.1. Simuladores de treino de tarefas parciais

Os modelos de treino e de aprendizagem de tarefas parciais pretendem representar apenas uma parte da coisa real e muitas vezes será composto por uma parte ou a estrutura do membro ou órgão. Na literatura refere-se ao conceito de "treino de tarefas parciais" que implica a segmentação de uma tarefa complexa nos seus componentes principais,²⁹ permitindo ao aluno aperfeiçoar um subcomponente ou subconjunto de componentes sem ter que lidar com a complexidade do todo. Estes são normalmente utilizados no sentido de auxiliar a aquisição de capacidades técnicas, processuais ou psicomotoras. Estes permitem que o aluno se concentre na tarefa isolada, mas pode ser usado em combinação com outros modelos ou sistemas para melhorar a experiência de aprendizagem.

Embora não seja parte de seu propósito original, simuladores de treino de tarefas parciais podem ser usados com imaginação junto com pacientes simulados para fornecer aos alunos o cenários clínico real em que as capacidades técnicas e de comunicação são harmonizadas e treinadas em conjunto.⁴²

1.4.2. Pacientes e ambientes simulados

Os pacientes simulados têm sido comumente utilizados nas áreas médicas durante as três últimas décadas. A sua aplicação em educação médica relaciona-se particularmente com a aquisição de competências de comunicação. Os pacientes simulados podem ser atores profissionais treinados para apresentar uma história e, por vezes, para imitar os sinais físicos, ou um paciente que tenha recebido treino para apresentar a sua história de uma forma confiável e reproduzível.⁴³

A simulação do ambiente em que a atividade médica se desenvolve é comum em centros de simulação de competências clínicas para aumentar o envolvimento do aluno com a simulação e para reforçar ações. No entanto, no treino de equipas dificilmente será aperfeiçoado fora do ambiente clínico real.¹⁶

1.4.3. Simuladores baseados em computadores

Os sistemas de simulação baseados em computadores podem ser organizados considerando a sua subdivisão em programas multimédia, sistemas interativos e sistemas de realidade virtual (RV) e hápticos.

Os programas multimédia, incorporando áudio e vídeo, são utilizados de uma forma bastante comum como auxiliares de ensino formal e de aprendizagem.

Os sistemas interativos oferecem ao utilizador uma interface que apresenta variáveis fisiológicas ou farmacológicas que podem ser manipulados através de ações do aluno, fornecendo análise de informação sobre as decisões e ações realizadas.

Os sistemas de RV e hápticos consistem de sistemas ou aplicações mais sofisticadas da tecnologia dos computadores.

1.4.3.1. Simuladores de realidade virtual

O termo realidade virtual foi introduzido para descrever ambientes imersivos e refere-se à recriação de ambientes ou objetos como um todo complexo através de imagens geradas por computador. Estes podem ser subcategorizados, por sua vez, em sistemas de colocação simples, de manipulação simples e de manipulação complexa.⁴¹ De acordo com Satava⁴⁴ "o maior poder de realidade virtual é a capacidade de tentar e falhar sem consequência para

animais ou pacientes. É somente através de fracasso e da aprendizagem da causa da falha, que se consegue o verdadeiro caminho para o sucesso". Atualmente, existe uma proliferação de ambientes médicos virtuais comerciais para proporcionar experiências visuais e auditivas. Alguns laboratórios adicionam o sentido do tacto, percepções cinestésicas e a incorporação de cheiros, proposta como um estímulo potente de memória.⁴⁵

Um estudo publicado em 2003³⁶ concluiu que o uso de RV na aprendizagem de procedimentos cirúrgicos permitiu melhorar o "acesso ao *feedback*", "autoaprendizagem" e o "trabalho independente". No entanto, os alunos de medicina dentária concluíram que uma combinação entre formação convencional e formação à base de RV constituiu a melhor abordagem para a aquisição de habilidades cirúrgicas, uma vez que a prática convencional obteve uma classificação superior no que respeita a "aumentar a confiança do estudante".³⁶

O uso do treino baseado em realidade virtual (TBRV) em cirurgia oral é agora um método aceite de aquisição de competências. Atualmente, a prática baseada em realidade virtual é utilizada em programas de ensino superior em, pelo menos, três continentes. No entanto, apesar da rápida introdução desta nova tecnologia ao longo dos últimos cinco anos, foi publicada pouca pesquisa objetiva e capaz de substanciar os supostos benefícios.³⁶

Na formação profissional, e relativamente à aquisição de competências, o treino baseado em RV tem sido utilizado para o uso de pacientes simulados padrão⁴⁶ e com cenários de tratamento modelo.³⁶

Os exercícios de simulação via RV mostraram-se muito promissores em formação graduada e pós-graduada de medicina dentária, mas é improvável que venha a substituir os modelos subjetivos de interação humana.³⁶ Um exemplo de um sistema computadorizado de simulação é o DentSim da DenX, Ltd (Israel), que tem sido utilizado e vem revolucionando a prática e formação na área de medicina dentária. LeBlanc *et al.*,²⁸ indicaram que os estudantes que praticaram no DentSim apresentaram melhorias nos exames de cirúrgica dentária. Um estudo recente⁴⁷ explorou a criação de dentes virtuais com e sem patologias num ambiente virtual de aprendizagem no ensino de medicina dentária. Os autores salientaram a disponibilidade ilimitada dos dentes virtuais, o que permite uma prática repetitível, referiram também a possibilidade de ajuste a qualquer forma ou patologia.

Relativamente ao treino em simuladores, deve ser realçado que este não constituiu uma atividade autónoma e não dispensa a atividade em ambiente real.

1.4.3.2. Simuladores hápticos

A tecnologia háptica refere-se à facilitação de percepções cinestésicas e tácteis aos utilizadores. A percepção tátil é o processo de reconhecimento de objetos através do toque. As sensações hápticas são criados por geração de vibrações para os utilizadores e que são controlados por um *software* integrado no dispositivo.⁴⁸

Ambos, os sistemas de RV e hápticos, são frequentemente combinados com simuladores de treino de tarefas parciais.¹⁶

A aplicação e resultados do ensino através de sistemas hápticos tem vindo a ser explorado e a apresentar resultados positivos que indiciam a sua validação ⁴⁹ Rienmora *et al.*⁵⁰ apresentaram um simulador de treino dentário que proporciona um ambiente de realidade virtual com *feedback* tátil para auxiliar a aprendizagem de competências cirúrgicas em medicina dentária no contexto de preparação de coroas. O simulador mostrou-se fiável em abordar desafios da formação tradicional, tais como a natureza subjetiva da avaliação da habilidade cirúrgica e à disponibilidade limitada de supervisão de um instrutor especialista. Suebnukarn *et al.*⁵¹ avaliaram a eficácia da realidade virtual háptica usando modelos de dentes preparados por tomografia microcomputorizada (micro-CT) na minimização de erros processuais na preparação endodôntica. Os resultados mostraram-se equivalentes à aplicação convencional de fantasmas.

Num estudo que analisou a remoção de cáries em ambiente de simulação háptica, indivíduos experientes removeram maiores porções de tecido com lesão de cárie.⁵² Os autores consideraram que os resultados constituíram um primeiro passo para estabelecer a validade do dispositivo.

Num estudo recente, Ben-Gal *et al.*,⁵³ avaliaram se um simulador háptico (IDEA Dental®, EUA) poderia fornecer uma avaliação fiável e válida de destreza manual. A fiabilidade das tarefas foi calculada para diferentes parâmetros e o simulador e seu algoritmo de pontuação apresentaram alta confiabilidade em todos os parâmetros medidos. O simulador foi capaz de diferenciar o nível de profissionalização do operador, distinguindo entre não profissionais, estudantes de medicina dentária ou não profissionais e dentistas.

2. ENSINO PRÉ-CLÍNICO DE PRÓTESE FIXA NA MEDICINA DENTÁRIA

2.1. Simuladores

O treino pré-clínico constitui uma parte importante do desenvolvimento da aprendizagem para a prática clínica na medicina dentária. Este é realizado em modelos básicos de treino, existindo vários fabricantes como KAVO, FRASACO, NISSIN, BUY AMAGE INC. Estes modelos possuem dentes similares produzidos em resina acrílica, com resistência e coloração aproximada dos dentes naturais. Para auxiliar os alunos na aprendizagem, surgiram dentes acrílicos com diferentes colorações para o esmalte, dentina e polpa dentária. Estes dentes são de especial interesse no ensino da preparação dentária em Prótese Fixa, por permitirem a relação do desgaste com os diferentes tipos de estrutura dentária.

No sentido de aproximar os simuladores aos pacientes, os fabricantes disponibilizam as cabeças fantasmas, sendo de especial interesse o treino da preparação dentária com visão indireta, do paralelismo entre preparações dentárias, da limitação do espaço oral, situações de visão reduzida e simulação com água na cavidade oral.

2.2. Instrumentos de Corte Rotativos (ICR) e Motorizados

A preparação dentária é executada com recurso aos instrumentos de corte rotativo (responsáveis pela preparação, corte e desgaste) que são montados em instrumentos motorizados (peças de mão) e, assim, suportam, impulsionam e introduzem na boca os ICR. Na fase inicial de desgaste rápido, os instrumentos motorizados mais utilizados para a execução da preparação dentária em prótese fixa, são as turbinas impulsionadas a ar, com cabeças de alto torque ou contra-ângulos multiplicadores montados em mictomotores, que permitem atingir velocidades de rotação superiores a 160000rpm. No acabamento da preparação dentária, os instrumentos motorizados mais indicados são contra-ângulos multiplicadores ou contra-ângulos com cabeças específicas para o acoplamento do ICR, montados em mictomotores, com velocidades de rotação entre 40000-60000rpm. O ultrassom também é utilizado para desgaste rápido, mas principalmente no acabamento da preparação dentária. Quanto ao mecanismo de corte, os ICR classificam-se em laminados e abrasivos.

Na preparação dentária no desgaste rápido são habitualmente utilizados ICR diamantados de grão grosso ou *standard*. Entre os fabricantes, estes variam em granulometria dos grãos diamantados, mas quase sempre possuem uma granulometria superior a 90µm. No acabamento da preparação dentária são utilizados os ICR multilaminados de tungsténio, ou diamantados de granulometria fina ou extrafina com tamanho do grão inferior a 40µm.

A refrigeração do ICR é fundamental na técnica da preparação dentária, especialmente para a preservação da estrutura dentária e para a manutenção dos ICR, sendo recomendável ter um spray de ar-água de 50mL/min.

2.3. Preparação Dentária

A preparação dentária é um dos passos mais importantes na reabilitação protética, uma vez que a preparação influencia de modo significativo a estabilidade, a durabilidade, a estética e a adaptação da restauração devendo, por isso, exigir o máximo cuidado por parte do Médico Dentista.

Um desenho correto da preparação aumenta a sua longevidade, pois para o êxito da prótese fixa, são essenciais um diagnóstico e preparação dentária corretos.

A preparação dentária pode ser definida como o processo de desgaste seletivo de esmalte e/ou dentina em quantidade e áreas pré-determinadas, dentro de uma sequência de passos operatórios, utilizando instrumental adequado, com a finalidade de criar espaço para uma prótese unitária ou para um retentor de prótese fixa ou removível.

Uma vez que a preparação consiste na remoção de estruturas dentárias, o volume removido será substituído, na maioria das situações por material ou materiais restauradores. Deve-se remover o estritamente necessário, preservando estruturas biológicas, mas de modo a que garanta qualidades mecânicas e estéticas à restauração.

2.3.1. Retenção e estabilidade

Para que uma prótese desempenhe a sua função é imprescindível que permaneça imóvel no dente quando sujeita a qualquer esforço, ou seja, a qualquer direção múltipla das cargas. Retenção e estabilidade são duas qualidades inter-relacionadas e muitas vezes inseparáveis, cuja diferença está relacionada com a direção das forças exercidas sobre a restauração.⁵⁴ A retenção é a capacidade de contrariar as forças de deslocamento verticais,

ou seja, impede o deslocamento da prótese ao longo do seu eixo de inserção ou da preparação, quando submetida a forças de tração.^{54,55} A preparação deve apresentar certas características que impeçam o deslocamento axial frente às forças de tração,⁵⁴ sendo fundamental a presença de duas superfícies verticais opostas numa única preparação.

A unidade básica de retenção de uma preparação é o conjunto formado por duas superfícies opostas e está na dependência do grau de paralelismo, da área de superfície preparada e da obtenção de um único eixo de inserção. Quanto maior for o paralelismo e a intimidade de contacto entre a preparação e a coroa, maior será a retenção obtida (retenção friccional da restauração).⁵⁴⁻⁵⁶ À medida que o ângulo de convergência aumenta, a retenção diminui.^{54,57}

É de salientar que por maior que seja a retenção mecânica de uma coroa, por si só, não é capaz de resistir sempre ao deslocamento axial frente às forças mastigatórias, sendo necessário o uso de cimentos, que aderem às irregularidades existentes entre as paredes do dente e da restauração, ajudando a proporcionar a estabilidade da peça durante a função.⁵⁵ Porém, a retenção friccional em exagero dificulta a cimentação da restauração pela resistência ao escoamento do cimento, impedindo o assentamento final e provocando o desajuste oclusal e cervical da restauração. As paredes do dente preparado necessitam então de apresentar inclinações suficientes para permitir a retenção e o escoamento do cimento.⁵⁵

Se as paredes da preparação são ligeiramente paralelas com um único eixo de inserção e remoção, dificilmente a prótese será deslocada pela força de tração. Devemos, pois, procurar criar um único eixo de inserção. Preparações com muita conicidade têm muitas direções em que as forças de tração podem remover a coroa. Assim, a retenção aumenta quando diminui o número de trajectórias ao longo das quais a restauração pode sair da preparação dentária. As preparações curtas e muito cónicas têm pouca retenção pois a restauração pode sair ao longo de muitas trajetórias.⁵⁴

O grau de retenção de uma restauração é, assim, diretamente proporcional à altura e à área de superfície da preparação,^{54,58} existindo uma relação estreita entre conicidade das paredes da preparação, altura da coroa e retenção.^{54,59}

A resistência ou estabilidade é a capacidade de resistir às forças de derrubamento, ou seja, impede o deslocamento da restauração pela ação das forças que atuam em direção apical ou oblíqua desenvolvidas durante a função e que podem provocar a rotação da restauração,^{55,56} além de impedir qualquer movimento da mesma sob ação das forças oclusais.⁵⁴ As forças laterais tendem a deslocar a restauração através da rotação ao longo da margem gengival, a qual é evitada por qualquer área da preparação dentária que seja colocada sob compressão, chamadas de áreas de resistência.

A resistência pode ser obtida de duas maneiras: diminuindo a convergência das superfícies ou adicionando sulcos às superfícies axiais.

Existem vários factores que se relacionam com a forma de resistência da preparação, nomeadamente a relação altura/largura da preparação.

A resistência adequada de uma preparação dentária depende de:⁵⁵

1. magnitude e direção das forças de deslocamento
2. geometria da preparação
3. propriedades físicas do cimento

Na literatura, encontram-se valores médios recomendados para os ângulos de convergência (Tabela 1), mas o clínico deve possuir o seu próprio método para os determinar, tendo sempre em mente que existem vários factores que podem obrigar a uma alteração da convergência:

- coroas clínicas curtas requerem um paralelismo maior;⁵⁴
- como a altura também influencia a retenção, coroas mais longas admitem uma convergência maior;⁵⁴
- para uma mesma altura de preparação, à medida em que aumenta a convergência, diminui a retenção;^{54,57,59}
- uma coroa clínica grande tem maior superfície de contacto, ou seja, maior retenção.

Tabela 1: Graus de convergência ideais em preparações dentárias.

	Dentes	M/D	V/L	Geral
Maxila	Anteriores	10°	10°	10°
	Pré-molares	14°	14°	14°
	Molares	17°	21°	19°
Mandíbula	Anteriores	10°	10°	10°
	Pré-molares	16°	12°	14°
	Molares	24°	20°	22°

Fonte: Shillingburg *et al.*⁵⁴

Assim, em dentes altos, a inclinação das paredes pode aumentar, aumentando a convergência oclusal para mais de 10° e numa coroa curta as paredes devem ser quase paralelas e utilizar meios adicionais de retenção, tais como sulcos nas paredes axiais⁵⁵

Os valores recomendados variam entre vários autores:

- Malone *et al*⁶⁰ recomendam 10 a 20° de ângulo de convergência.
- Dykema *et al*⁶¹ recomendam um ângulo de convergência de 3 a 5°.
- Rosenstiel *et al*⁵⁶ recomendam um ângulo de convergência de 6°.
- Parker *et al*^{62,63} recomendam que, para que a preparação tenha resistência, a média de inclinação axial com margens simétricas deve ser inferior a 8, 10, 33 e 29 graus para molares, premolares, caninos e incisivos, respectivamente.
- Shillenburg *et al*⁵⁴ recomendavam, em 1981, um ângulo de convergência de 6° para a preparação. Desde 1997, recomendam ângulos de convergência de 10, 14, 19 e 22 graus para dentes anteriores, pré-molares, molares maxilares e molares mandibulares, respectivamente.

Num estudo realizado em 1955, Jorgensen demonstrou que a retenção diminui à medida que a conicidade aumenta, registrando valores de retenção máxima em preparações dentárias com ângulos de convergência de 5°, sendo que acima de 10° os valores de retenção diminuem para metade.⁵⁷ Deste estudo proveio o grau de conicidade preconizado para coroas totais de 2° a 6°, recomendado posteriormente por vários autores.^{54,57,61,64}

Uma vez que se recomenda que a preparação seja feita com o instrumento de corte rotativo (ICR) paralelo ao eixo do dente, esta ficará com a mesma inclinação do ICR, não permitindo outro tipo de inclinação axial. Assim, basta conhecer a inclinação axial do ICR para se poder posicionar o ICR de forma a determinar o ângulo de convergência pretendido.

Se o ICR utilizado para as preparações protéticas possuir uma angulação de 2°, permite obter um ângulo de convergência de 4°.⁵⁴

Contudo, não existem estudos presentes na literatura que ofereçam resultados onde as preparações realizadas por estudantes de Medicina Dentária⁶⁵⁻⁷⁰ ou Médicos Dentistas^{68,71} apresentem ângulos de convergência semelhantes aos recomendados na literatura.

Assim sendo, o ângulo de convergência oclusal de uma preparação deve ser alcançável clínica e pré-clinicamente, bem como providenciar adequada retenção e resistência da restauração.⁷²

2.3.2. Eixo da preparação dentária / posição na arcada dentária

O eixo de inserção/eixo da preparação dentária é uma linha imaginária ao longo da qual a restauração é colocada na preparação ou dela retirada,⁵⁴ e deve ser determinado mentalmente antes do início da preparação, sendo que as preparações dos dentes pilares devem ser todas paralelas entre si.

Através da utilização de uma técnica correta para examinar visualmente a preparação, o médico-dentista pode verificar se existem áreas retentivas, conicidade excessiva ou qualquer outro erro de preparação.

A preparação dentária deve ser constantemente avaliada, através de visão direta ou com espelho,^{54,72} sendo este especialmente útil para ver o alinhamento da preparação com os dentes adjacentes.⁵⁴

2.3.3. Linhas de acabamento e relação periodontal

Vários estudos⁷³⁻⁸¹ demonstram que se devem usar linhas de acabamento supra-gengivais sempre que possível. No entanto, existem variadas situações clínicas que implicam a utilização de linhas de acabamento infra-gengivais, tais como:

- Obter dimensões ocluso-cervicais adequadas de forma a proporcionar retenção e estabilidade adequadas à restauração;⁷³
- Produzir um “efeito de férula” a nível cervical, em dentes tratados endodonticamente;⁷³
- Melhorar a estética;⁷³
- Contornar uma série de defeitos estruturais do dente, tais como abrasões, erosões, cáries ou fraturas.^{72,73}

Segundo Jameson e Malone⁸², uma linha de acabamento deve respeitar os seguintes critérios:

- Fornecer espaço suficiente para o material restaurador através de um desgaste dentário adequado na margem gengival e em interproximal;
- Evitar sobrecontornos no terço cervical e nas superfícies interproximais das restaurações dentárias, dado que prejudica a saúde periodontal;
- Não lesionar o espaço biológico durante a preparação dentária, permitindo assim uma resposta periodontal favorável, mais previsível e originando preparações com contorno satisfatório.

No que diz respeito a coroas totalmente cerâmicas, o ombro com ângulo interno arredondado é a linha de acabamento mais utilizada,^{54,72} dado que a sua superfície garante resistência contra forças oclusais, minimiza as tensões que podem provocar fraturas da cerâmica e oferece maior sustentação às paredes da restauração. Para além disso, cria espaço para bons contornos na restauração, produzindo melhores resultados estéticos.⁵⁴

Os Instrumentos de corte rotativo utilizados para preparar um ombro com ângulo interno arredondado são: inicialmente uma ponta diamantada tronco-cônica com extremidade plana (Komet Brasseler 847-016) e posteriormente uma broca de acabamento carbide para o ângulo interno arredondado.⁵⁴

2.3.4. Desgaste oclusal e axial

De forma a obter espaço suficiente para uma espessura adequada do material restaurador, é necessário realizar uma redução axial da preparação, sendo que para coroas totalmente cerâmicas, é recomendado por vários autores um desgaste de 0,5 a 1 mm.^{54,60,61,83,84}

Para que haja harmonia oclusal e contornos axiais normais, a restauração deve possuir um volume de material suficiente para resistir às forças oclusais, cabendo à preparação dentária criar espaço oclusal suficiente para esse volume.⁵⁴

Assim sendo, apesar de Shillingburg em 1981 afirmar que para uma coroa total cerâmica deve ser feita uma redução oclusal de 2 mm,⁵⁴ outros autores⁸⁵⁻⁸⁷ defendem uma redução oclusal mínima de 3 mm em pré-molares e 4 mm em molares com conicidades entre os 10° e os 20°.

A redução oclusal da preparação deve respeitar a anatomia oclusal do dente, reproduzindo os planos inclinados básicos e não planos achatados, sendo que as cúspides funcionais (palatinas dos dentes maxilares e vestibulares dos mandibulares) devem ser biseladas.⁵⁴

2.3.4.1. Formas de controlo de desgaste

Os preparos para próteses fixas e removíveis são um procedimento de desgaste irreversível da estrutura dentária, pelo que, a ausência de critérios na sua execução pode afetar o periodonto, conduzir à perda de estrutura dentária sadia, e, no geral, comprometer o sucesso clínico do procedimento.^{88,89} Para isso, são utilizadas técnicas e instrumentos que

permitem controlar o desgaste da preparação dentária: sulcos guia de desgaste, preparação de meia face, muros de silicone, tiras de silicone e a tecnologia CAD-CAM são os mais frequentemente utilizados. A técnica de técnica de sulcos guias, com demarcação prévia da profundidade desgaste realizada com um ICR de diâmetro conhecido e à posterior união entre as partes demarcadas é a técnica mais utilizada.

A técnica do muro de silicone é realizada fazendo previamente um muro de silicone. Esse muro é posteriormente seccionado pela região a controlar. Pela comparação entre a referência original do muro de silicone (não desgastada) e a preparação dentária, o operador tem a noção da quantidade de desgaste que foi realizado.

As tiras de silicone calibradas, permitem saber a espessura de desgaste com base na espessura da tira calibrada. É frequentemente utilizada no controle do desgaste oclusal.

Com os avanços tecnológicos e baseados na tecnologia de leitura 3D e CAD, é possível controlar o desgaste baseado na diferença entre uma aquisição de imagem prévia ao desgaste e uma comparativa após desgaste. Este processamento é realizado por *software* e permite, ao operador, identificar a zonas deficitárias na preparação.

2.3.4.2. Preservação da estrutura dentária

Uma vez que a preparação consiste na remoção de estruturas dentárias, o volume removido será substituído, na maioria das situações por material ou materiais restauradores. Deve-se remover o estritamente necessário, preservando estruturas biológicas, mas de modo a que garanta qualidades mecânicas e estéticas à restauração.

2.3.5. Rugosidade da margem e da parede axial

Apesar da rugosidade da preparação aumentar a retenção da restauração, quando cimentada com fosfato de zinco, a sua efectividade com cimentos adesivos tais como ionómero de vidro ou policarboxilato ainda não foi determinada.^{72,73}

Para além disso, existem estudos que mostram que o polimento das preparações pode melhorar a adaptação marginal das coroas.^{90,91}

O ICR a utilizar para o acabamento deverá ser uma broca para fissuras com base arredondada, no caso de linha de acabamento em ombro com ângulo interno arredondado.⁵⁴

No acabamento da preparação dentária devem ser utilizados ICR de tungstênio multilaminados de acabamento, ICR diamantados de grão fino ou extra-fino que devem ser utilizados com instrumentos motorizados de baixa ou média rotação como os contra-ângulos multiplicadores. É também sugerido o acabamentos com pontas diamantadas de grão fino ou extra-fino aplicadas em ultrassons.

2.3.7. Altura da preparação

A área de resistência da preparação aumenta proporcionalmente com a altura das paredes. Se a largura for maior que a altura, maior será o raio de rotação e não haverá forma de resistência adequada. Pode-se concluir então que a altura deve ser pelo menos igual à largura,⁵⁵ quando isso não for possível, deve-se diminuir a inclinação das paredes laterais ou então criar outras áreas de resistência ao deslocamento (sulcos, canaletas ou caixas).⁵⁵ Segundo Maxwell *et al*,⁸⁶ a altura mínima de uma preparação para coroa total, necessária para proporcionar retenção e estabilidade mínima a uma restauração, é 3 mm. De acordo com Goodacre⁷³ uma dimensão ocluso-cervical mínima de 3 mm para pré-molares e 4 mm para molares, isto porque clinicamente torna-se muito difícil a obtenção de ângulos de convergência mais baixos em dentes posteriores, tornando-se necessária a compensação através da altura da preparação.

3. DESENHO VIRTUAL

3.1. CAD

3.1.1. Métodos de digitalização 3D

Existem vários equipamentos com diferentes métodos de digitalização em 3D e que têm como objetivo transformar o objeto lido numa imagem virtual em 3D.

No método de digitalização por luz estruturada, é projetado um padrão de luz sobre a superfície do objeto e um sensor captura a imagem com o padrão projetado. Conhecendo a geometria entre o sensor e o feixe de luz padronizado torna-se possível reconstruir o pedaço do objeto observado.⁹²

Este sistema, utiliza um videoprojector para projetar linhas de luz sobre o objecto, padrões sucessivos são projetados sobre o objeto e uma câmara regista os perfis da área. O método de luz estruturada é muito rápido e não tem contacto, apresenta elevada rapidez e cobre áreas extensas. Relativamente a desvantagens, este sistema apresenta problemas com sombras e ruído.⁹²

Este sistema de aquisição de imagem é atualmente o mais utilizado em medicina dentária sendo exemplo os scanner da Sistema PREPassistant, Everest, Scanner da 3Shape entre outros. Com o crescimento deste tipo de leitores começaram a surgir leitores intraorais de alta viabilidade como TRIOS® (3Shape), iTero® (Align Technology, Inc.) e Lava (3M™).

No método de triangulação laser, existem duas variantes que utilizam laser para reconstrução 3D. Um sistema é baseado em LIDAR (Light Detection And Ranging) que estima a distância através do tempo que a luz leva para refletir no objeto e voltar ao sensor.⁹³ A outra técnica é semelhante à da luz estruturada. Nesta última, o raio laser projeta um padrão de luz e conhecendo esse padrão, juntamente com a posição da câmara e do laser, é feita uma triangulação para obter as coordenadas da superfície ⁹⁴ Especificamente, uma linha laser é projetada verticalmente sobre o objeto, uma câmara rodada a um ângulo conhecido regista a linha de lado e, assim, a imagem capturada mostra o perfil do objeto. Este método é rápido e não exige contacto mas, no entanto, apresenta problemas com sombras e ruídos de sinal.

O terceiro método considerado é a técnica da apalpação mecânica trata-se de um dispositivo vetorial e que utiliza uma ponta apalpadora com um sensor táctil, seguindo a superfície do objeto a digitalizar. De cada vez que o sensor atinge um ponto na superfície de um objeto, a coordenada deste ponto em relação ao referencial (origem) é transmitida ao

computador em modo contínuo.⁹⁵ Este método apresenta elevada qualidade de captura dos pontos, consiste num sistema totalmente autónomo, não apresenta problemas em paredes verticais, nem limitações associadas à reflexão das superfícies. A captura é feita ponto a ponto, sendo por esse motivo a leitura muito demorada. Por outro lado, existe contacto com o objecto, pelo que não funciona com materiais moles, e apresenta perigo de riscar ou danificar a superfície do objecto, logo não pode ser utilizado com peças frágeis.

Em medicina dentária o scanner de referência é o Renishaw DS10.

Todos estes sistemas procedem à captação de milhares de pontos - nuvens de pontos. Posteriormente, esta nuvem de pontos é informaticamente convertida numa malha triangulada que pode ser convertida em superfícies CAD.

3.1.2. Reflexão

Durante o processo de digitalização, nos scanner baseados no método de luz estruturada e de triangulação laser, a reflexão ou a transparência do objeto a digitalizar, pode interferir de forma significativa na aquisição da imagem, afetando ou impedindo a aquisição da imagem. A solução para contornar este problema consiste na aplicação de um agente opacificador sobre a peça a digitalizar. Exemplos desses agentes frequentemente utilizados em medicina dentária são o Optispray (Cerec), Arti-Scan™ Spray CAD/CAM (Bausch), Whip Mix CAD Spray e VITA Powder Scan Spray.

3.1.3. Sistemas de referência e gabarito

Os sistemas de orientação espacial pretendem transformar pontos de uma imagem para um sistema cartesiano de três dimensões. A dificuldade está associada ao facto de que quando analisamos um ponto específico de uma imagem torna-se necessário mapear esse ponto para o sistema cartesiano referenciado nos eixos x, y e z. O sistema referencial de uma imagem 3D corresponde a um ponto que referencia a imagem espacialmente nos 3 eixos.. Uma imagem completa em 3D é constituída por uma nuvem de pontos, em que cada ponto possui uma coordenada no sistema cartesiano referenciado nos eixos x, y e z. A nuvem completa de pontos pode ser referenciada no espaço, no chamado sistema de referência, que é assim, especialmente importante para o alinhamento espacial da nuvem de pontos.

A análise do significado da palavra “gabarito” indica modelo que serve para traçar, verificar ou controlar o perfil ou as dimensões que devem ter certos objetos; ou instrumento destinado a verificar medida padrão.⁹⁶

O sistema PREPassistant possui um gabarito que permite posicionar e colocar um dente específico numa mesma posição dentro do scanner de digitalização. Esta característica permite limitar de uma forma significativa a área de digitalização, eliminando uma grande quantidade de informação digital não necessária para os estudos.

3.1.4. Alinhamentos de imagens 3D (*Best-fit, nuvem de pontos*)

A partir da nuvem de pontos obtida no sistema de aquisição de imagem 3D e de softwares adequados, é possível obter uma imagem visual do objeto. Quando temos duas ou mais imagens em 3D e as queremos sobrepor temos que recorrer a técnicas de alinhamento de imagens. Existem várias técnicas presentes em quase todos os softwares, nomeadamente:

- *Best Fit Alignment using all available measurement points*
- *Iterative Closest Point Alignment using Pre-Specified Reference Points*
- *Closed Form, Non-Iterative Alignment based on Fixed Coordinate Points*

A técnica “*Best Fit*” é um alinhamento não específico que minimiza a distância medida entre cada ponto e a sua referência, geralmente através de algoritmos iterativo, simples usando o método dos mínimos quadrados. Estes algoritmos proporcionam essencialmente o mesmo peso a cada ponto medido, independentemente da sua funcionalidade ou importância, pelo que, pontos suspeitos ou não importantes podem exercer influência sobre o resultado final. No entanto, e considerando que esta técnica é geralmente aplicável a coleções de milhões de pontos, o efeito de qualquer ponto não é significativo.⁹⁷

A técnica de alinhamento ICP (“*Iterative Closest Point*”) utiliza características geométricas especificamente selecionadas para alinhar ou registar os dados medidos contra uma referência nominal (por exemplo, dados CAD do produto). O alinhamento ICP consiste numa técnica adequada para um subconjunto de recursos interessantes entre os milhares disponíveis.^{97,98}

O alinhamento “*Closed form, non-iterative fixed coordinate*” resolve a geometria das formas medidas fornecidas pelo utilizador em coordenadas específicas que, geralmente, consistem num pequeno grupo de pontos. A presença de artefactos de fixação num sistema de medição pode ser, muitas vezes resolvido recorrendo a esta técnica. Objetos com

coordenadas conhecidas podem ser usados para criar as coordenadas fixas e, muitas vezes, o alinhamento fixo de coordenadas é feito usando seis graus de liberdade.⁹⁷

3.1.5. Ficheiro STL

STL (estereolitografia) é um formato de arquivo utilizado no software CAD de estereolitografia criado por 3D Systems.⁹⁹ Este formato de arquivo é suportado por muitos outros softwares, sendo amplamente usada para prototipagem rápida e no fabrico assistido por computador.¹⁰⁰

Os ficheiros STL especificam representações binárias e ASCII e são definidos por descrever a geometria da superfície de um objecto tridimensional sem qualquer representação da cor, textura ou outros atributos.⁹⁹ As coordenadas STL são números positivos, não existe informação de escala e as unidades são arbitrárias.⁹⁹

Apesar de atualmente existirem já sistemas CAD-CAM que permitem exportar os ficheiros CAD gerados num formato STL (Ex. CEREC in Lab®), o sistema CAD-CAM disponibilizado na Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto, para a realização destes trabalhos, foi o Everest®Kavo (v.4.07.06), que é baseado num circuito fechado, i.e., em que todo o fluxo de processamento da informação se restringe às suas próprias unidades, não permitindo trabalhar com componentes de outras marcas. Contudo, foi possível conceber uma metodologia de exportação dos ficheiros de desenho virtual deste sistema para integração com métodos de análise de tensões.¹⁰¹

3.1.6. Desenho em formas orgânicas

As formas orgânicas têm propriedades que podem ser explicadas pela geometria.^{102,103} As formas geométricas têm uma estrutura organizada, são criadas pelo homem, mas também estão presentes na natureza: minerais como a aragonite cristalizam e formam estruturas geométricas, os favos de mel correspondem a organizações de polígonos regulares, ou os braços da estrela do mar apresentam um arranjo pentagonal, etc. As formas orgânicas são difíceis de explicar do ponto de vista geométrico consistindo de formas, muitas vezes, mais livres, espontâneas e desordenadas.¹⁰⁴

Os dentes e estruturas dentárias são também exemplos de estruturas orgânicas, não podendo o seu desenho ser realizado com base exclusiva em figuras geométricas.

4. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO NA PRÉ-CLÍNICA

A capacidade de preparar e restaurar a estrutura de um dente danificado é uma competência fundamental para os dentistas. O desenvolvimento destas capacidades implica o conhecimento de conceitos teóricos e a destreza prática na execução de procedimentos operatórios correspondendo, por isso, a uma competência de elevado grau de dificuldade. Tradicionalmente, os *curricula* apresentados pelas Faculdades de Medicina Dentária dedicavam-se ao ensino de conceitos de preparação e demonstração das técnicas em sessões de grande grupo. Nas últimas décadas, no entanto, as exigências associadas à componente prática e de desenvolvimento de destrezas manuais colaborou para uma alteração de paradigma. Simultaneamente, os desenvolvimentos tecnológicos pressionaram a aquisição de capacidades técnicas cuja aprendizagem em ambiente clínico, caracterizado por orientações financeiras e de produtividade, apresenta limitações que podem ser mais facilmente evitadas em ambientes de ensino e de prática assistida.¹⁰⁵⁻¹⁰⁷

No entanto, existem autores que consideram que a Medicina Dentária não tirou o máximo proveito de técnicas semelhantes de ensino.¹⁰⁵ Apesar do potencial destes sistemas existem relatos na literatura que descrevem uma escassa implementação dos sistemas de Aprendizagem Assistida por Computador (CAL: Computer-Assisted Learning) e de Simulação Assistida por Computador (CAS: Computer-Assisted Simulation) no ensino de Medicina Dentária.^{106,107} A justificação para estas observações parece estar relacionada com fatores de natureza financeira pois são sistemas dispendiosos, com a falta de estudos sobre a relevância destes sistemas, uma vez que os seus benefícios necessitam de maior suporte na literatura, e com os esforços associados à sua implementação.¹⁰⁸⁻¹¹⁰

A aplicação de técnicas electrónicas modernas na educação em Medicina Dentária está a tornar-se mais frequente. Os laboratórios de simulação têm vindo a ser implementados em diferentes países^{111,112} com o intuito de contribuir para o desenvolvimento, em segurança, de capacidades e de comportamentos fundamentais a um estudante de pré-graduação, pós-graduação e de educação contínua. Deste modo, a prática em ambiente de simulação surge como um patamar de complexidade de competências clínicas que pode anteceder, acompanhar e aperfeiçoar o trabalho com pacientes.^{108,113}

Na literatura, existem estudos contraditórios sobre a eficácia e a eficiência de tempo da aprendizagem assistida por computador na educação endodôntica. Deste modo, as evidências ainda não podem ser consideradas conclusivas quanto à substituição do ensino tradicional pela aprendizagem assistida por computador em Medicina Dentária.

Al-Jewair *et al.*¹¹⁴ indicaram que uma melhor eficiência de tempo foi conseguida com métodos CAL em comparação com os métodos tradicionais, mas, contudo, referiu que CAL tem a mesma eficácia que os métodos tradicionais no que se refere a melhorias do conhecimento. Do mesmo modo, Clark *et al.*¹¹⁵ indicaram ausência de diferenças significativas entre o uso de CAL quando comparado com o ensino tradicional. Por outro lado, Irvine *et al.*¹¹⁶ e Luffingham *et al.*¹¹⁷ referiram diferenças significativas no uso de CAL sobre o ensino tradicional em termos da quantidade de conhecimentos obtidos. De acordo com uma meta-análise de Rosenberg,¹⁰⁹ a aprendizagem auxiliada por computador tem provado ser tão eficaz como outros métodos de ensino e pode ser usada para complementar a educação tradicional ou ajudar na autoaprendizagem, concluindo que, no geral, os programas de CAL obtêm respostas positivas dos alunos em relação a aprendizagem.¹⁰⁹

A avaliação é parte integrante do processo educacional, independentemente da disciplina académica ou do nível de estudo. É um processo pelo qual a quantidade, nível, valor e qualidade dos resultados do processo de aprendizagem são considerados.^{118,119} As avaliações são projetadas para avaliar os conhecimentos, capacidades e comportamentos dos alunos, podem fornecer *feedback* sobre o progresso de estudantes ou traduzir a obtenção de conhecimento. As avaliações devem ser confiáveis e válidas, ou seja, devem medir o que foram desenhadas para medir e alcançar os mesmos resultados se repetidas. Adicionalmente, as avaliações devem ser flexíveis, abrangentes, viáveis e relevantes.^{120,121} É comum para os professores projetar e administrar as avaliações, mas isso não garante a confiabilidade ou a validade do processo. A avaliação por um indivíduo não é um processo objetivo e sofre influência da variabilidade intra e inter-examinador.^{122,123}

Embora a introdução das avaliações assistidas por computador possa levar a avaliações mais objetivas, a avaliação clássica, que mostra altos níveis de variabilidade intra e inter-examinador,^{124,125} ainda tem uma aplicação generalizada.^{110,112,126}

4.1. Avaliação Manual

Os problemas da subjetividade associada à avaliação já são reconhecidos há várias décadas, não só em Medicina Dentária, mas também noutras disciplinas académicas. Vários estudos têm mostrado grande variabilidade inter-examinador na avaliação de capacidades operatórias dentárias, enquanto a variabilidade intra-examinador parece ser um problema

menor.^{125,127-130} Numa análise dos pontos fortes e fracos dos *curricula* de Medicina Dentária,¹³¹ um dos principais problemas encontrados relaciona-se com inconsistências nas avaliações efetuadas por diferentes instrutores aos alunos. Esta dificuldade parece ser particularmente verdadeira para a avaliação das preparações dentárias quando realizada visualmente por diferentes instrutores.^{112,124,126}

Dentre as razões apontadas para a variabilidade da avaliação manual foi incluída a relutância em atribuir boas notas a preparações realizadas por alunos.¹³² Num estudo efetuado por Karl *et al.*,¹³³ sobre a consistência da avaliação de preparações de dentes por alunos e professores, os autores indicaram que o problema de variabilidade estava relacionado com uma grande variedade de preparações que podem ser aceitáveis como restaurações fixas permanentes e que dificulta o desenvolvimento de critérios específicos e claros para obter resultados reprodutíveis. A dificuldade de definir critérios claros constitui uma limitação na avaliação de preparações dentárias que aumenta de complexidade no processo de calibragem dos professores.¹³³ No entanto, na formação pré-clínica, aos alunos devem ser fornecidas ideias sobre a forma de um dente idealmente preparado.¹³³

Vários estudos têm-se centrado em diferentes sistemas de avaliação, na tentativa de minimizar a variabilidade introduzível pelo examinador. Um estudo, que comparou a avaliação tradicional ("*glance and grade marking system*") com a avaliação baseada em critérios analíticos, concluiu que, independentemente do sistema de avaliação utilizado, a variabilidade intra-examinador foi baixa enquanto a variabilidade inter-examinadores foi significativa.¹²⁵ Estes resultados foram corroborados por outros autores.^{129,134} Embora Goepferd e Kerber¹³⁰ tenham considerado o sistema baseado em critérios analíticos mais confiável no modo inter-examinadores, admitiram que o desenho desse estudo pode ter posto em causa os resultados. As escalas de avaliação podem também ser abertas a interpretações, especialmente na ausência de critérios objectivos, pelo que, escalas definidas e o recurso a exemplos têm sido defendidos.¹²⁸ Natkin e Guild¹³² desenharam um sistema de avaliação para a avaliação de procedimentos endodônticos. Estes autores indicaram que foi obtida maior concordância quando foram introduzidas definições de base, listas abrangentes de erros e categorias definidas para a gravidade dos erros.

Mais recentemente, foi investigado o uso da autoavaliação e a avaliação por pares. A avaliação por pares tem sido indicada como um método associado a maior compreensão que conduz ao aumento da motivação dos alunos e ao desenvolvimento da autocrítica.^{122,123} Outras vantagens incluem a propriedade da aprendizagem, troca de ideias, capacidade de comunicação, de comportamentos diplomáticos e reconhecimento das lacunas de conhecimento.¹³⁵⁻¹³⁹ Por outro lado, alguns estudos têm mostrado uma boa

concordância entre as classificações da avaliação por pares e pelo corpo docente.^{120,122,140,141} Esses resultados mostraram melhorias quando as seguintes condições foram asseguradas: introdução de classificações gerais com critérios bem definidos, utilização de grupos pequenos e em ambiente académico.¹²⁰ Num estudo sobre a avaliação por pares, Burnett e Linden indicaram uma diminuição da variabilidade nas notas de acordo com a seguinte ordem: estudantes juniores, estudantes seniores e, por fim, professores.¹⁴² Num estudo recente, sobre a avaliação da convergência oclusal total de preparações por estudantes e docentes, foi constatado que alunos e professores obtiveram resultados semelhantes.¹⁴³ Embora possa haver uma concordância razoável entre os métodos de avaliação por pares e professores, a problemática sobre a precisão das avaliações não está resolvida.

4.2. Avaliação Informatizada

4.2.1. Sistemas disponíveis

Para ultrapassar o problema da subjetividade na avaliação das competências operativas, foram concebidos instrumentos clínicos para medir, objetivamente, as preparações dentárias. Na década de 1970, Schiff *et al.*¹⁴⁴ criaram o instrumento de medição pulpar para avaliar a profundidade, angulação e rugosidade das preparações. Encontraram uma melhoria na reprodutibilidade de avaliações consecutivas, quando comparado com avaliações subjetivas.

Com os avanços tecnológicos foram inventados dispositivos mais sofisticados. Os sistemas de ensino assistidos por computador são utilizados para a formação prática dos estudantes de Medicina Dentária com o objetivo de permitir a aprendizagem individual, aumentar a motivação do estudante, e de testar os níveis de desempenho teórico e prático.^{36,126,145,146}

Foram criados vários sistemas assistidos por computador para a prática de preparações ao longo da aprendizagem em Medicina Dentária. O DentSim (Denx, Israel) é um sistema que combina preparações virtuais de dentes com uma preparação do dente real e também permite uma análise do processo.^{28,46,145,147,148} Consiste num sistema optoelectrónico que pode ser usado em conjunto com as unidades modernas de simulação de fantasmas (*phantom heads*). O software fornece ao utilizador informações do paciente simulado, acompanhamento *on-line* visual, *feedback* em tempo real e avaliação. O sistema também tem a vantagem de gravar todo o processo, para que possa ser repetido pelos alunos, em

ambiente clínico simulado e que permite praticar o posicionamento e ergonomia do paciente.¹⁴⁹

O sistema PREPassistant® (Kavo, Alemanha) oferece uma análise de qualidade da preparação do dente. A comparação dos critérios de qualidade entre as preparações mestre e a dos alunos está documentada medindo determinadas posições, distâncias e ângulos. Este sistema é um *scanner* óptico que produz imagens bidimensionais (2D) e tridimensionais (3D) através de fotografias a partir de diferentes ângulos e projeções de luz.¹⁵⁰ O dispositivo pode ser usado para digitalizar dentes não preparados, preparados e as próprias preparações do instrutor e, posteriormente, pode sobrepor as preparações do instrutor e do aluno e medir as diferenças em pontos específicos.¹⁵⁰ Estes parâmetros espaciais e respectivas ponderações são determinados previamente pelos instrutores.¹⁴⁵

Outras áreas importantes de desenvolvimento na educação em pré-clínica são os dispositivos de realidade virtual e os sistemas hápticos. No campo da realidade virtual, tem sido referido o sistema VRDTS-CP (Novint Company, EUA) que, até ao momento, é apenas um protótipo totalmente virtual e que oferece uma análise do processo de avaliação. Dispositivos tácteis têm vindo a ser desenvolvidos para aplicação na Medicina Dentária. Estes permitem ao utilizador ter uma interação táctil com um simulador, que fornece *feedback* contínuo.¹⁵¹ Em Medicina Dentária, os dispositivos tácteis desenvolvidos consistem, geralmente, de uma parte de mão que está alinhada com o ecrã de computador, mostrando o dente virtual. As vantagens destes dispositivos incluem prática ilimitada sem recursos adicionais ou presença de docentes, *feedback* em tempo real e armazenamento de todos os dados. As desvantagens óbvias são as implicações de custo e espaço de fornecer dispositivos suficientes para uso generalizado dos alunos.^{151,152} Embora possa trazer benefícios aos procedimentos de preparação dentária, com estes sistemas, dificilmente o ambiente clínico é simulado. Por outro lado, acresce a desvantagem de alguns dispositivos apenas projetarem um único dente o que não permite ao aluno desenvolver a capacidade de preparar superfícies dentárias interproximais.⁴⁹

Ser capaz de selecionar as ferramentas de avaliação adequadas que medem aspectos de desempenho significativos, é preciso ter um entendimento informado dos pontos fortes e fracos das várias ferramentas de avaliação e técnicas. Além disso, é útil entender conceitos sobre medição que têm aplicações práticas na formação dos futuros dentistas. Conceitos-chave que precisam ser considerados quando se avalia a competência dos alunos incluem a validade, confiabilidade e utilidade de um determinado instrumento quando ele é usado para fins de avaliação.^{153,154}

4.2.2. Sistema PREPassistant®

4.2.2.1. Descrição do sistema PREPassistant®

O PREPassistant®, é um instrumento de auxílio na aprendizagem pré-clínica de Prótese Fixa da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto aplicado na avaliação de preparações dentárias permitindo aumentar a objetividade da avaliação pré-clínica e a eficácia das análises do trabalho realizado pelos alunos.^{91,111,112,126,150,155}

O sistema de avaliação pré-clínica PREPassistant® (KaVo®, Kavo Dental Corp, Alemanha), recomendado a estudantes de Medicina Dentária e adequado à educação continuada de dentistas, compreende uma unidade de leitura ótica que produz imagens 2D e 3D e por um software (PREPassist 2.0 Alpha) que possibilita a análise minuciosa das imagens, detectando erros que, de outra forma, seriam difíceis de identificar. Simultaneamente, o sistema Kavo® (Kavo Dental Corp) proporciona aos alunos uma estação de trabalho, um manequim totalmente ajustável, instrumentos elétricos e sucção.

O sistema cria imagens de diferentes preparações através de uma câmara CCD. Kournetas *et al.*¹⁵⁰ indicaram que o PREPassistant® poderia digitalizar um dente preparado em até 2 minutos com uma resolução de 0,020 mm, permitindo examinar detalhes e compará-los com uma preparação executado pelo instrutor.^{156,157}

O software (PREPassist 2.0 Alpha) é composto por 4 janelas: a parte superior apresenta o dente original e a preparação de referência (instrutor), enquanto a parte inferior mostra a preparação do utilizador (aluno). As medições (pontos, distâncias e ângulos) são apresentadas como fatias de seção transversal com os respectivos valores respectivos valores numéricos e permite a introdução de critérios individuais pelo instrutor.¹⁵⁶

4.2.2.2. Vantagens do sistema PREPassistant®

As preparações dentárias dependem da aprendizagem de diferentes processos cuja execução tridimensional, precisão, reprodutibilidade e avaliação colocam exigências consideráveis ao processo de avaliação.¹²⁶ No geral, com o desenvolvimento de sistemas CAD aplicados à preparação de dentes tornou-se possível minimizar o uso de parâmetros subjetivos (geralmente do instrutor).¹²⁶ Os sistemas CAD oferecem uma avaliação objectiva das preparações dentárias e oferecem ao aluno uma aprendizagem interativa, a possibilidade de medições auxiliadas por referências, a detecção de erros e, assim, o aperfeiçoamento das tarefas requeridas.^{113,126}

O PREPAssistant® tem sido indicado como um sistema que permite uma avaliação objetiva e real de preparações dentárias quando comparado com a avaliação manual.^{108,112,156,158} Diferentes autores têm recomendado este sistema por apresentar vantagens como permitir desenhar a preparação dentária e a comparação com uma preparação ideal e, assim, permitir aos alunos autoavaliar o seu trabalho no seu computador.¹⁰⁸ A possibilidade de observar e avaliar quantitativamente os desvios da preparação do aluno em função da preparação ideal, a deteção de erros, melhorar a preparação e assim o aperfeiçoamento da tarefa em execução, surgem também como vantagens do sistema.^{108,126,150,156}

O PREPAssistant® auxilia o processo de aprendizagem por parte dos alunos dado que estes podem avaliar a qualidade das suas preparações através do uso de um computador, ajudando, simultaneamente, a minimizar o problema da subjetividade do instrutor no processo de avaliação das preparações.¹⁵⁵⁻¹⁵⁷

Alguns autores indicaram que o sistema opera com precisão e repetibilidade aceitável para fins práticos e oferece uma verdadeira simulação clínica aos utilizadores, constituindo uma forma eficaz e objectiva de aprendizagem de competências.^{111,150}

4.2.2.3. Desvantagens do sistema PREPAssistant®

Podem ser encontrados na literatura estudos que revelam desvantagens associadas a este sistema. Jäguer *et al.*¹⁵⁶ associam o PREPAssistant® a custos de implementação e manutenção elevados. Taylor *et al.*¹⁵¹ indicaram uma baixa concordância entre os métodos de avaliação quando comparados com o PREPAssistant® e a incapacidade do aparelho em avaliar todos os factores necessários a uma preparação aceitável. A incapacidade de analisar parâmetros como a localização da linha de acabamento e rugosidade tem sido referida como desvantagem e remete para a problemática da subjetividade também associada ao sistema da KaVo.^{151,155} Para tentar otimizar a utilização do PREPAssistant®, Cardoso *et al.*¹¹² desenvolveram uma fórmula de avaliação das preparações dentárias que atribui 30% da classificação a parâmetros subjetivos.

Almeida *et al.*¹⁵⁵ indicam como limitação do sistema PREPAssistant® o inconveniente da obrigatoriedade de utilização de dentes KaVo. Finalmente, Kournetas *et al.*¹⁵⁰ referem o limitado número de estudos de análise e caracterização da reprodutibilidade deste sistema.

5. OBJETIVOS

A finalidade última desta investigação consistiu em elaborar um sistema objetivo da avaliação e classificação de preparações dentárias em Prótese Fixa, com o recurso ao sistema PREPassistant®.

Na investigação, e para padronizar o sistema PREPassistant®, foi necessário recorrer a modelos calibrados e informaticamente desenhados em CAD. Para isso foram criados vários modelos originais intactos com marcas de referenciação de eixo da preparação e linha de acabamento e correspondente modelo instrutor para calibração do sistema.

No segundo objectivo deste trabalho, os autores pretenderam avaliar a influência de modelos de aprendizagem na evolução da técnica da preparação dentária por alunos finalistas do 3º ano da FMDUP. Neste âmbito, e usando o desenho dos modelos em CAD, foram idealizados modelos experimentais que foram utilizados em dois métodos de aprendizagem diferentes. Neste item foi estudada a influência de modelos geométricos na progressão da aprendizagem e, assim, a análise dos erros e evoluções mais frequentes nos diferentes métodos.

Para o estudo da avaliação, foram realizados 3 métodos de avaliação diferentes: um informatizado, o sistema PREPassistant®, e dois visuais/manuais, um da forma clássica e outro visual com recurso a imagens informatizadas. Com este estudo, pretendeu-se determinar as diferenças entre os 3 métodos de avaliação e as diferenças entre operadores no mesmo método.

No final, pretendeu-se concluir o rigor associado ao sistema PREPassistant® quando aplicado a avaliações de preparações dentárias em Prótese Fixa.

II. MATERIAIS E MÉTODOS

II. MATERIAIS E MÉTODOS

1. PREPARAÇÃO DOS MODELOS ORIGINAIS E RESPETIVOS CALIBRADORES

1.1. Critérios do Desenho da Preparação Dentária

A preparação dentária preconizada neste estudo consiste numa coroa de cerâmica (Figura 1).

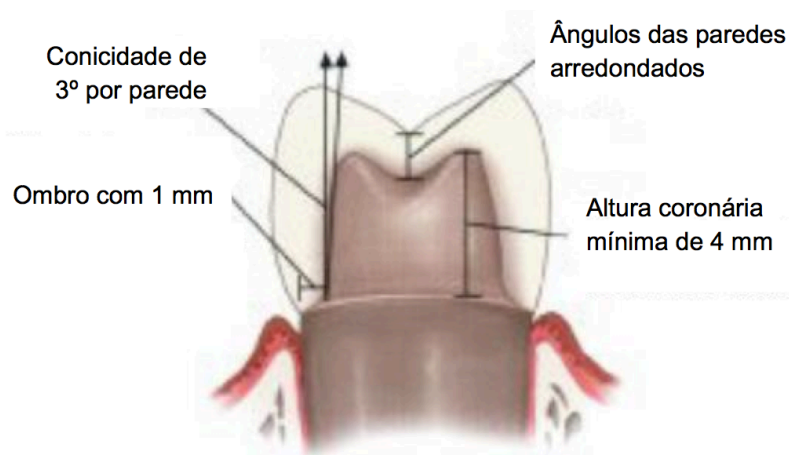


Figura 1: Preparação dentária para coroa de cerâmica.

Fonte: GDS¹⁵⁹ (modificado).

Atendendo às particularidades do estudo, que trata uma fase inicial do ensino pré-clínico, foram tomadas em consideração as seguintes características fundamentais de preparação dentária:

- Definição do eixo da preparação e da margem de acabamento cervical
- Linha de acabamento cervical
 - 1mm em toda a margem
 - Ombro com ângulo interno arredondado
- Parede axial
 - Paredes com conicidade de 3° por parede, relativamente ao eixo da preparação dentária nos sentidos mesial-distal e vestibular-lingual
 - Espessura na margem cervical de 1mm

- Segunda inclinação na face vestibular a partir de metade da coroa clínica
- Face oclusal
 - Desgaste no sulco oclusal de 1,2mm
 - Desgaste de 1,88mm na cúspide vestibular
 - Desgaste de 2,38mm mm na cúspide lingual
 - O desgaste das rampas deve acompanhar a vertente original
 - Bisel da cúspide funcional com inclinação de 45° relativamente ao eixo da preparação dentária vestibular-lingual
- Acabamento
 - Com ICR (instrumentos de corte rotativo) de grão fino, a trabalhar de uma forma mais cuidadosa.
 - Regularizar e uniformizar a margem de acabamento
 - Regularizar e uniformizar a parede axial e oclusal
 - Arredondar todos os ângulos vivos entre a parede axial e oclusal

1.2. Características Básicas da Aprendizagem da Preparação Dentária

Na preparação dentária existem conceitos básicos a ter em consideração na aprendizagem, nomeadamente:

- Margem da preparação dentária – região onde se inicia a preparação dentária, e que tem influência direta na geometria final da preparação;
- Eixo de inserção da preparação dentária – eixo ao longo do qual a preparação deve ser executada e ao longo do qual o ICR deve ser imaginariamente orientado. Este eixo deve ser referenciado no sentido vestibular-lingual e mesial-distal;
- Conicidade – ângulos obtidos entre duas paredes. Por norma o valor ideal é de 3° por parede;
- Desgaste na margem cervical, parede axial e face oclusal – medida em desgaste realizada na preparação dentária referenciada à parede original. Este valor é habitualmente referenciado pela colocação da profundidade do ICR na respetiva parede.

1.3. Características dos Instrumentos de Corte Rotativo (ICR)

Tendo em consideração a normalização do estudo foi efetuada a seleção de instrumentos de corte rotativo. Os instrumentos utilizados para o desgaste rápido foram os seguintes:

- para a preparação da margem cervical e parede axial foi selecionado o ICR tronco cônico diamantado grão standard (Ref. 847314014, Komet, Lemgo, Germany) que possui extremidade com ângulos arredondados, cerca de 0,8mm na extremidade, angulação de 2° por parede e 8mm de comprimento da parte ativa (Figura 2A).¹⁶⁰



Figura 2: IRC tronco cônico (A) e tronco cilíndrico (B).

Fonte: Komet.¹⁶⁰

- para a preparação da face oclusal foi utilizado o ICR cilíndrico diamante grão standard (Ref. 881314010, Komet, Lemgo, Germany), que possui extremidade com ângulos arredondados, 1.00mm na extremidade e um comprimento de 8mm da parte ativa (Figura 2B).¹⁶⁰
- para a demarcação da profundidade do sulco oclusal foi selecionado o ICR diamante grão standard (Ref. 881314010, Komet, Lemgo, Germany), que possui extremidade esférica com 1.4 mm (Figura 3).¹⁶⁰



Figura 3: IRC diamante com extremidade esférica.

Fonte: Komet.¹⁶⁰

No acabamento das preparações dentárias, os IRC utilizados foram os seguintes:

- ICR tronco cônico diamantado grão fino (Ref. 8847314016, Komet, Lemgo, Germany), de extremidade com ângulos arredondados, cerca de 1.04mm na extremidade e angulação de 2° por parede.¹⁶⁰
- ICR cilíndrico diamante grão fino (Ref. 8881314010, Komet, Lemgo, Germany), de extremidade com ângulos arredondados, 1.00mm na extremidade e 8mm de comprimento da parte ativa.¹⁶⁰

1.4. Desenho CAD

Levando em consideração os parâmetros anteriormente referidos e para facilitar a execução da preparação dentária pelos alunos, procedeu-se ao desenho CAD dos modelos.

Os modelos preparados têm como objetivo ser utilizados nos modelos dos fantasmas da KAVO. Para isso, procedeu-se a uma digitalização prévia do dente 15 (Figura 4) e 26 (Figura 5) no scanner 3D da 3Shape D700 (D700, 3Shape, Copenhagen, Denmark), com a obtenção do dente virtual gravado em formato STL (Figura 6).

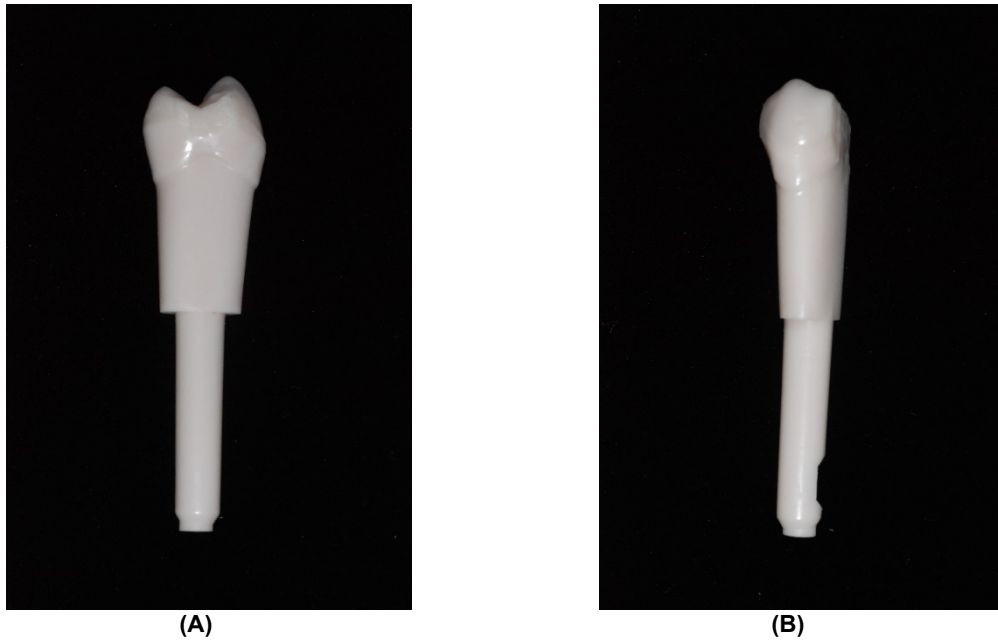


Figura 4: Dente 15: vista mesial (A) e vista vestibular (B).

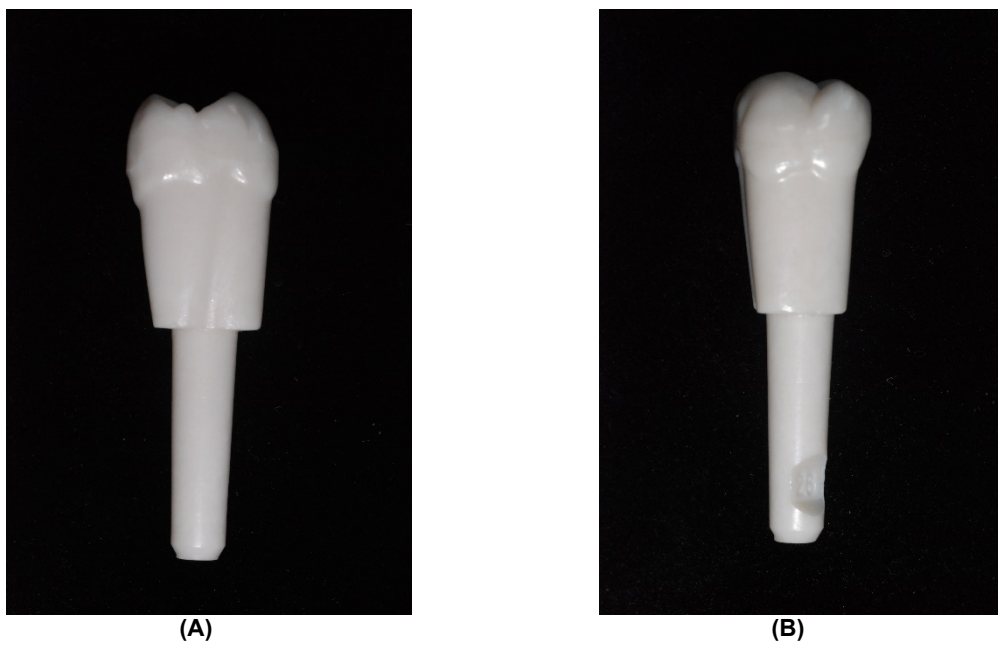


Figura 5: Dente 26: vista mesial (A) e vista vestibular (B).

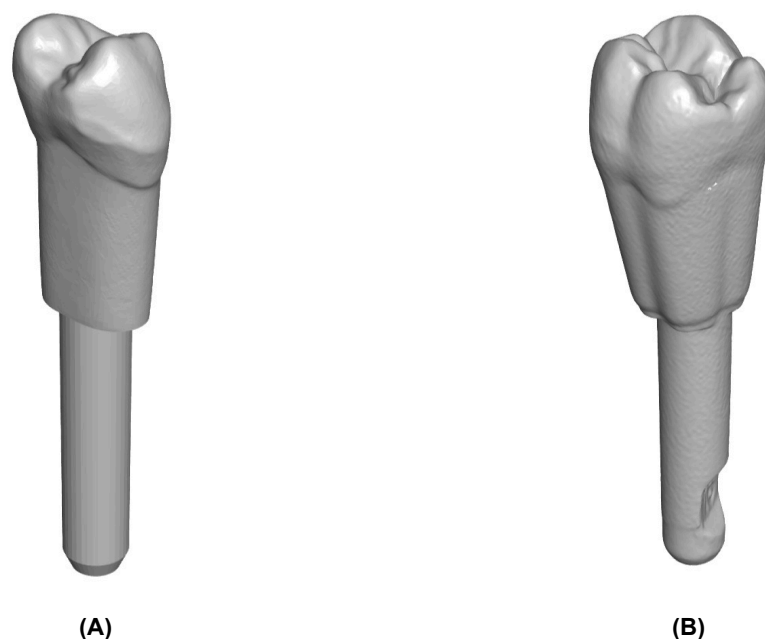


Figura 6: Dente virtual 15 (A) e dente virtual 26 (B).

Deste modo, foram idealizados 4 grupo de modelos:

- Modelo tipo 1 - correspondente ao dente 15, com norma de referência no eixo da preparação e margem de acabamento cervical (Figura 7A), e respectivo calibrador (Figura 7B).

Neste grupo, e visto a maior dificuldade ser a execução do calibrador correspondente à preparação ideal, foi necessário adaptar a parte cervical para definir uma linha de marcação e um eixo no sentido V-L e M-D de referência base ao desenho da amostra mestre.

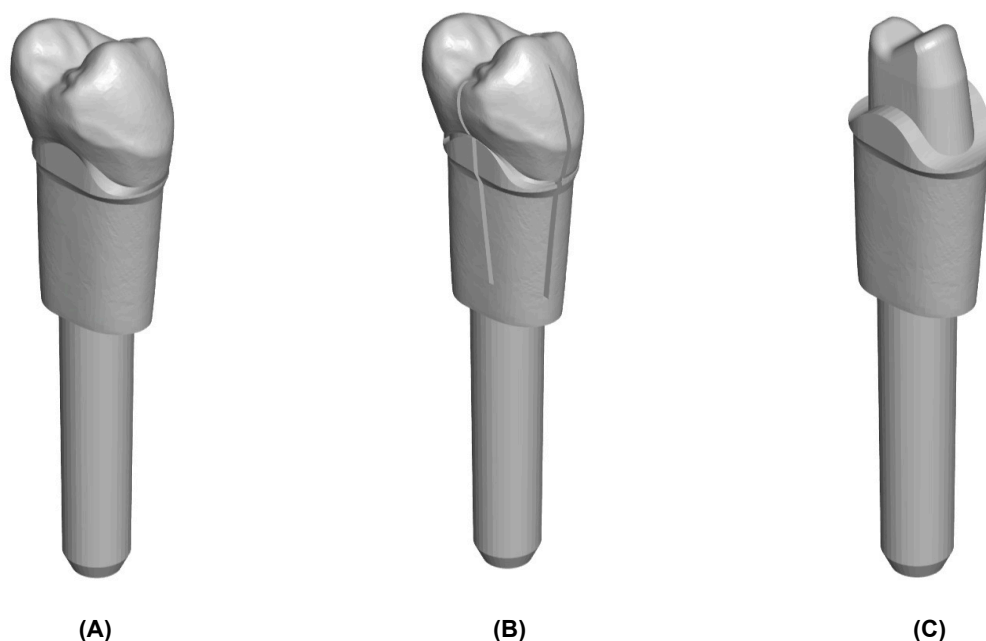


Figura 7: Modelo tipo 1A de dente 15 íntegro sem guias (A), modelo tipo 1 de dente 15 com guias de orientação de eixo de inserção e da margem cervical (B) e respetivo calibrador (C).

O modelo intacto obtido a partir da digitalização no scanner 3D, foi referenciado com o software Solidworks (Solidworks, Waltham, MA, EUA) com um eixo de inserção marcado nas faces vestibular, lingual, mesial e distal. A preparação obtida por CAD foi realizada seguindo o eixo de inserção e a linha de referência cervical. Este apresenta um desgaste uniforme de 1mm em toda a margem cervical e as paredes axiais apresentam uma angulação de 3° por parede. Na face vestibular, no terço oclusal da preparação, foi criada uma segunda inclinação de desgaste vestibular. Na face oclusal foi criado um desgaste compatível com o ICR de 1mm cilíndrico nas vertentes das cúspides lingual e vestibular e foi criado um espaçamento de 1.4mm no sulco oclusal e um bisel a 45° na cúspide funcional (Figura 8 e Figura 9).

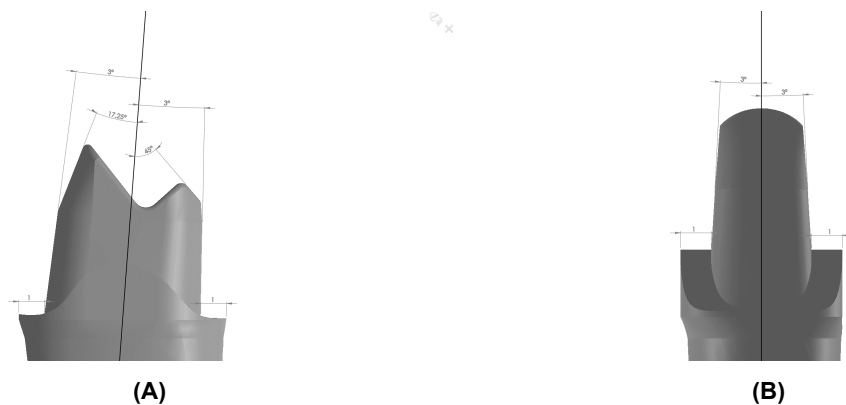


Figura 8: Desenho da preparação dentária do modelo tipo 1: vista vestibular-lingual (A) e mesial-distal (B).

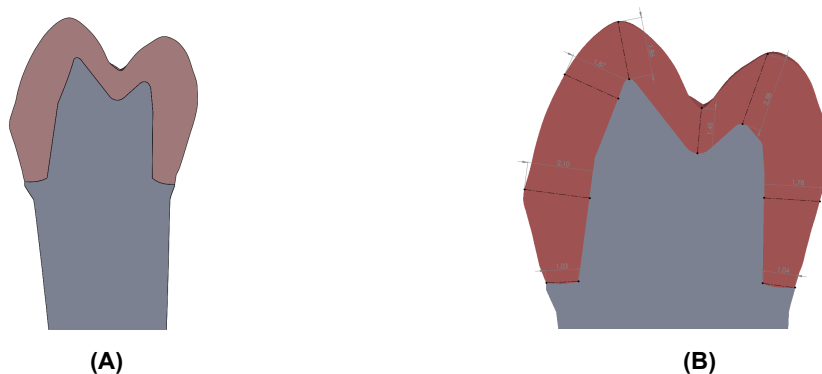


Figura 9: Relação da preparação dentária do modelo tipo 1 com o dente inteiro (A); medidas de referência (B).

- Modelo tipo 2 - modelo de treino apenas da margem de acabamento cervical, parede axial e conicidade (Figura 10A), e respectivo calibrador (Figura 10B).

Este modelo apresenta a característica de permitir a aprendizagem de movimentos retos e curvos na margem cervical e parede axial. O calibrador tem a particularidade de ter um desgaste de 1mm na margem cervical e, na parede axial, de apresentar uma conicidade de 3° por parede. Na face oclusal apresenta um mini cilindro orientativo do eixo da preparação dentária, assim como uma marca oclusal representativa da projeção oclusal do desgaste axial ideal. Na base cervical apresenta uma ranhura correspondente ao início da margem cervical. Como base foi aproveitada a leitura do dente 26 no scanner 3D (Figura 11 e Figura 12).

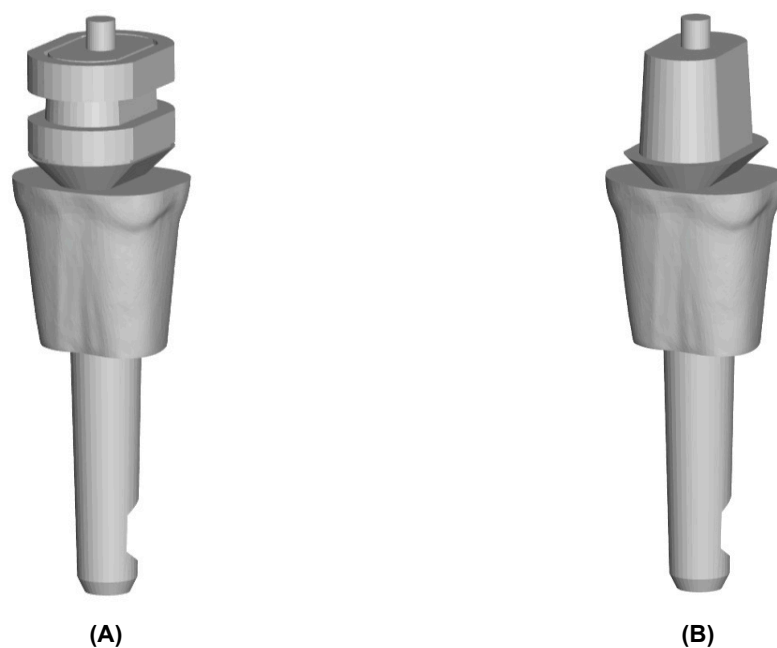


Figura 10: Modelo tipo 2 de treino da margem de acabamento cervical, parede axial e conicidade (A) e respetivo calibrador (B).

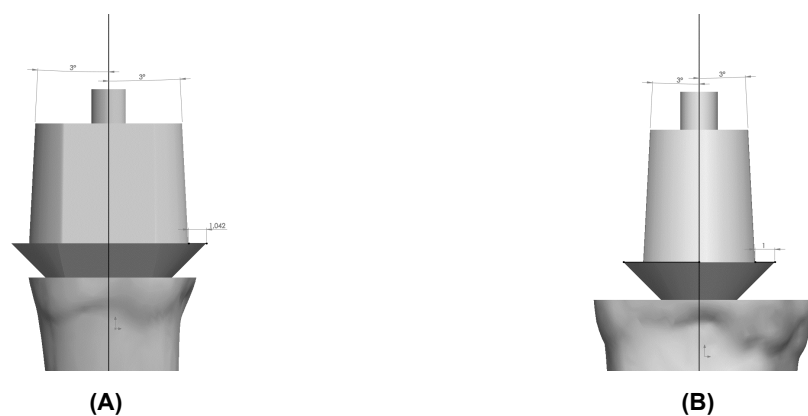


Figura 11: Desenho da preparação dentária do modelo tipo 2: vista vestibular-lingual (A) e mesial-distal (B).

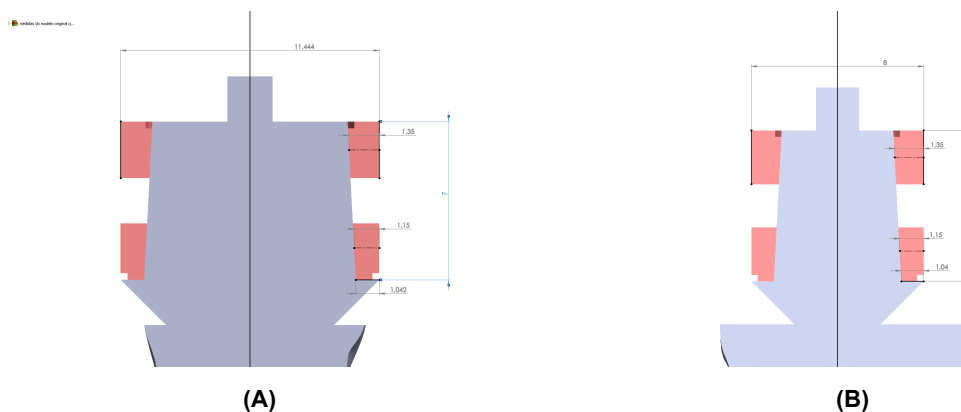


Figura 12: Relação do modelo inteiro tipo 2 com o respectivo calibrador: vista vestibular-lingual (A) e mesial-distal (B).

- Modelo tipo 3 – modelo de treino apenas do desgaste da face oclusal e bisel da cúspide funcional (Figura 13A), e respectivo calibrador (Figura 13B).

O modelo 3 de aprendizagem da preparação dentária apresenta a característica de permitir a aprendizagem na face oclusal. O calibrador possui a particularidade de ter um sulco de profundidade de 1.4 mm no meio da face oclusal e cerca de 1.2 mm em cada vertente, correspondente à projeção de um ICR cilíndrico de 1mm de diâmetro. A rampa lingual está preparada para o treino do bisel da cúspide funcional, sendo este realizado com uma inclinação de 45° relativamente ao maior eixo do modelo. O modelo íntegro apresenta ranhuras oclusais referenciadoras da profundidade de desgaste oclusal e marcas nas faces laterais representativas do limite lateral do desgaste oclusal das vertentes e da simulação da cúspide funcional. A base utilizada foi aproveitada da leitura do dente 26 no scanner 3D (Figura 14 e Figura 15).

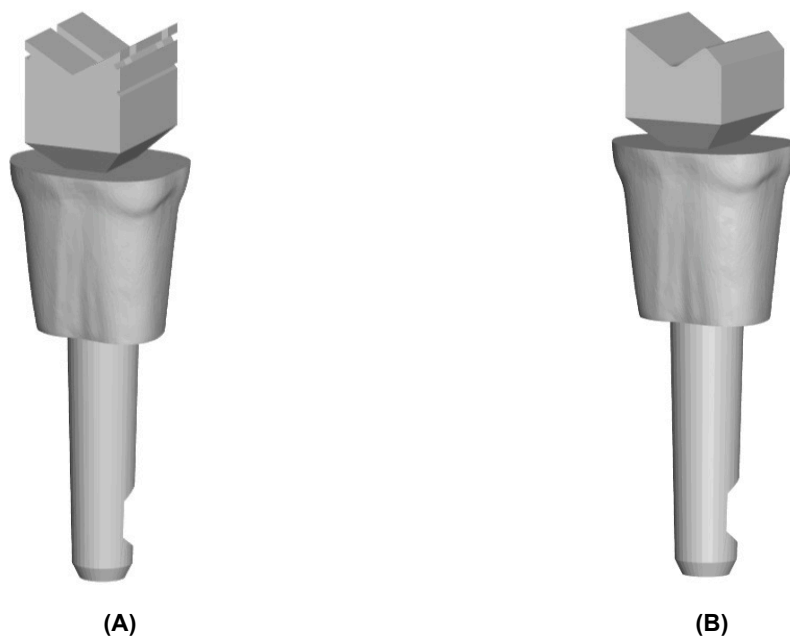


Figura 13: Modelo tipo 3 de treino do desgaste da face oclusal e bisel da cúspide funcional (A) e respetivo calibrador (B).

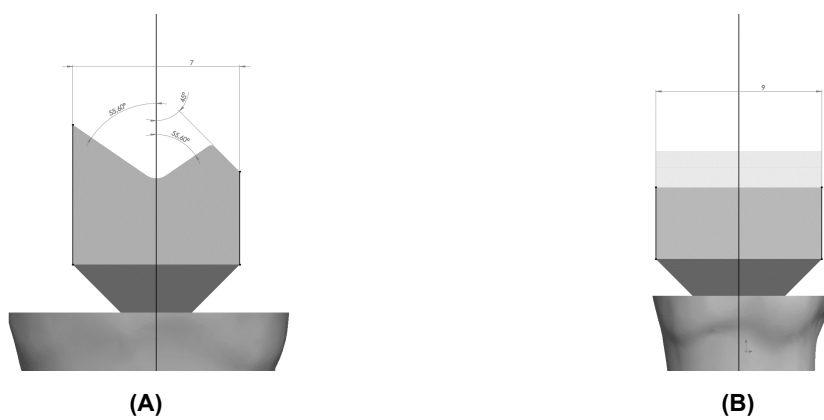


Figura 14: Desenho modelo tipo 3: vista vestibular-lingual (A) e mesial distal (B).

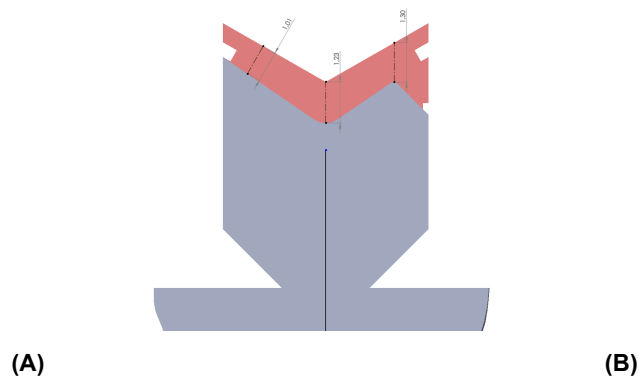


Figura 15: : Relação do modelo integro tipo 3 com o respectivo calibrador

- Modelo tipo 4 - modelo de treino da margem de acabamento cervical, parede axial, conicidade da parede axial, desgaste da face oclusal e bisel da cúspide funcional (Figura 16A), e respectivo calibrador (Figura 16B).

O modelo de aprendizagem da preparação dentária da margem cervical, parede axial e face oclusal foi designado por Modelo 4. Este modelo apresenta a característica de permitir a aprendizagem na margem cervical, da parede axial de movimentos retos e curvos e na face oclusal o treino do desgaste e bisel da cúspide funcional. O calibrador apresenta um desgaste de 1mm na margem cervical e, na parede axial, apresenta conicidade de 3° por parede. A base utilizada foi aproveitada da leitura do dente 26 no scanner 3D (Figura 17 e Figura 18).

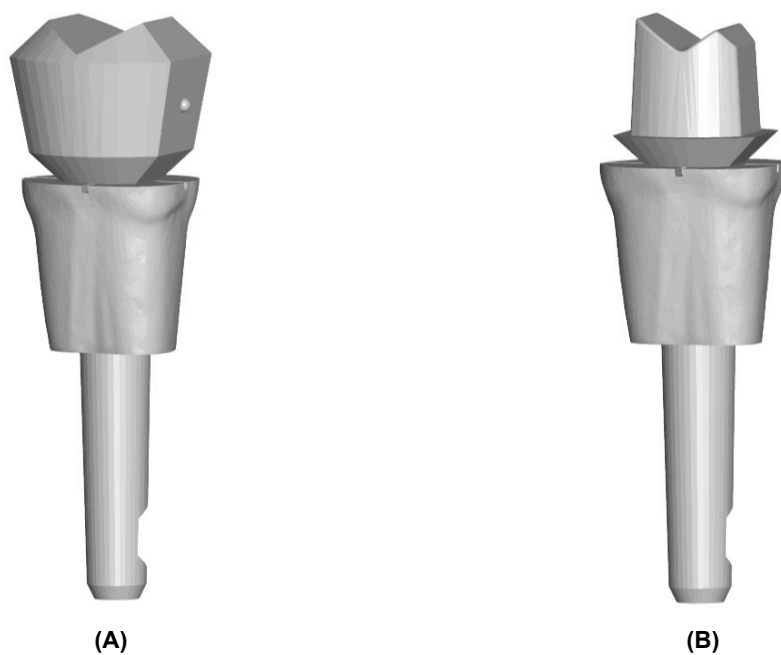


Figura 16: Modelo tipo 4 de treino da margem de acabamento cervical, parede axial, conicidade da parede axial, desgaste da face oclusal e bisel da cúspide funcional (A) e respectivo calibrador (B).

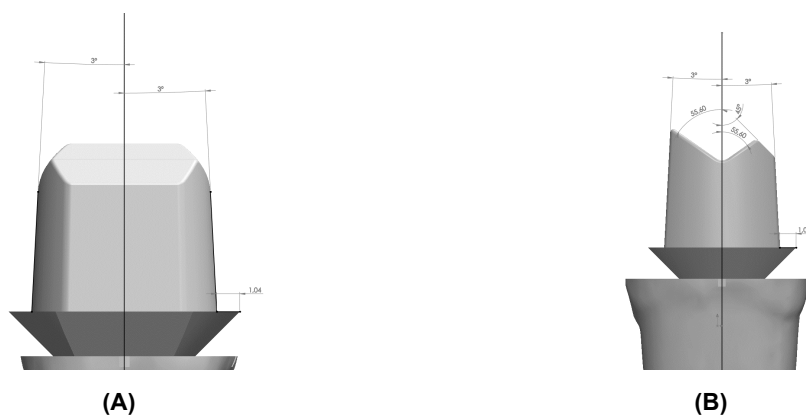


Figura 17: Desenho do modelo tipo 4: vista vestibular-lingual (A) e mesial distal (B).

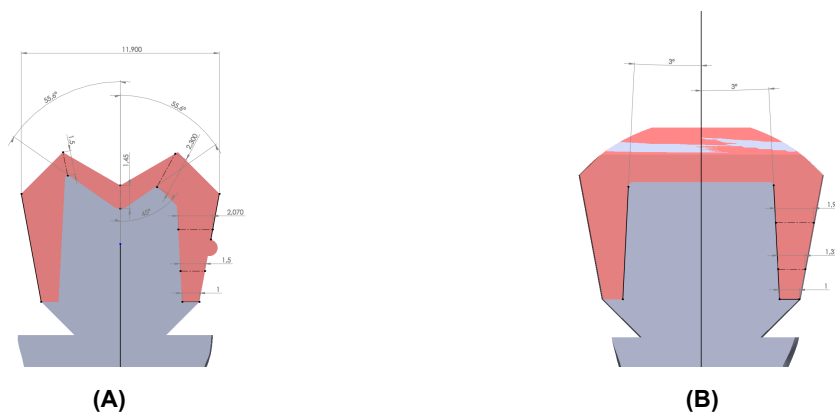


Figura 18: Relação do modelo inteiro tipo 4 com o respectivo calibrador (A) e com o dente inteiro (B).

1.5. Impressão e Marcação das Referências nos Modelos

Os modelos virtuais acima desenvolvidos, foram depois convertidos em modelos reais por prototipagem por estereolitografia (Estereolitografia Viper SI2, 3D Systems, Rock Hill, SC, EUA), com resina epoxídica (Ref. SL7810, 3D Systems, Rock Hill, SC, EUA) de consistência semelhante ao dente natural.

A estereolitografia é um processo de prototipagem rápida que faz uso da estratificação para a construção de modelos. A tecnologia usa resina líquida fotopolimerizável que solidifica exposta a um feixe laser que traça cada seção do modelo CAD camada por camada.

Os ficheiros gravados em formato STL foram impressos na impressora 3D ZPrinter 650 (3D Systems, Rock Hill, SC, EUA) que apresenta as seguintes características: 390.000 cores (cinco cabeças de impressão, incluindo a cor preta), 600 x 540dpi de resolução, dimensão mínima de 0.004 polegadas (0,1mm), tamanho da área de construção de 254 x 381 x 203mm, material composto de alta performance e espessura da camada de 0,089-0,102mm. Relativamente a especificações, apresenta compatibilidade com arquivos STL, VRML, PLY, 3DS e ZPR. As Figuras 19, 20, 21 e 22 apresentam exemplos de modelos impressos.

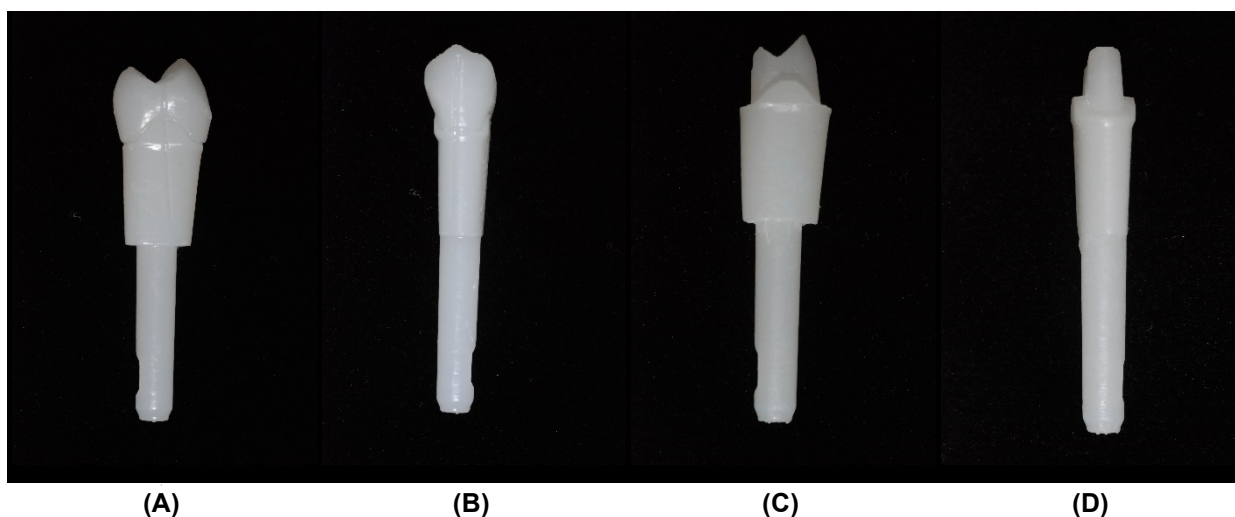


Figura 19: Modelo tipo 1 real após impressão, em vista mesial (A) e em vista vestibular (B), e respectivo calibrador em vista mesial (C) e vestibular (D).

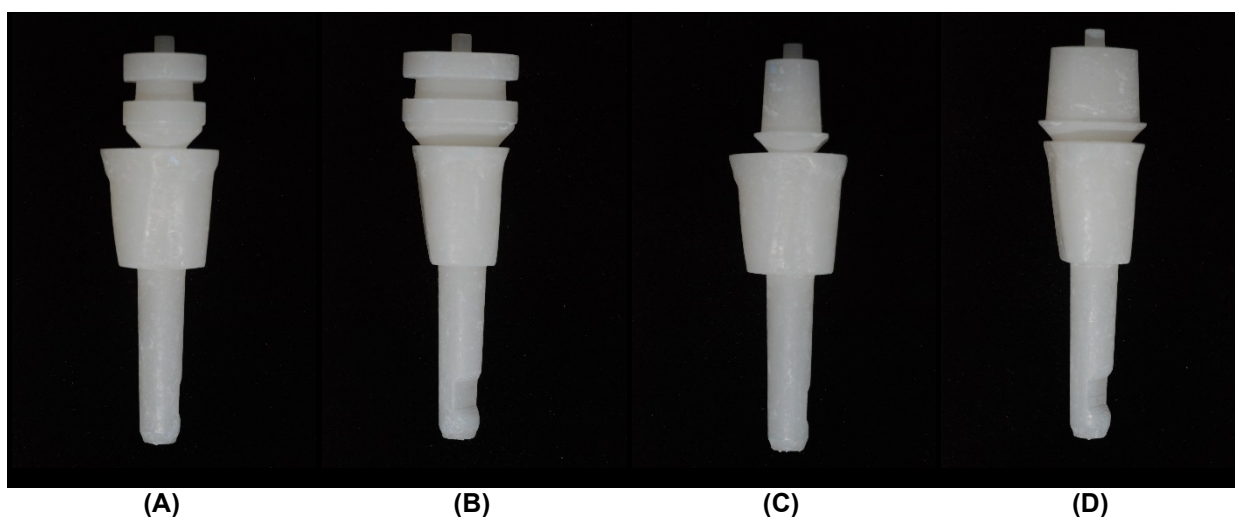


Figura 20: Modelo tipo 2 real após impressão, em vista mesial (A) e em vista vestibular (B), e respectivo calibrador em vista mesial (C) e vestibular (D).

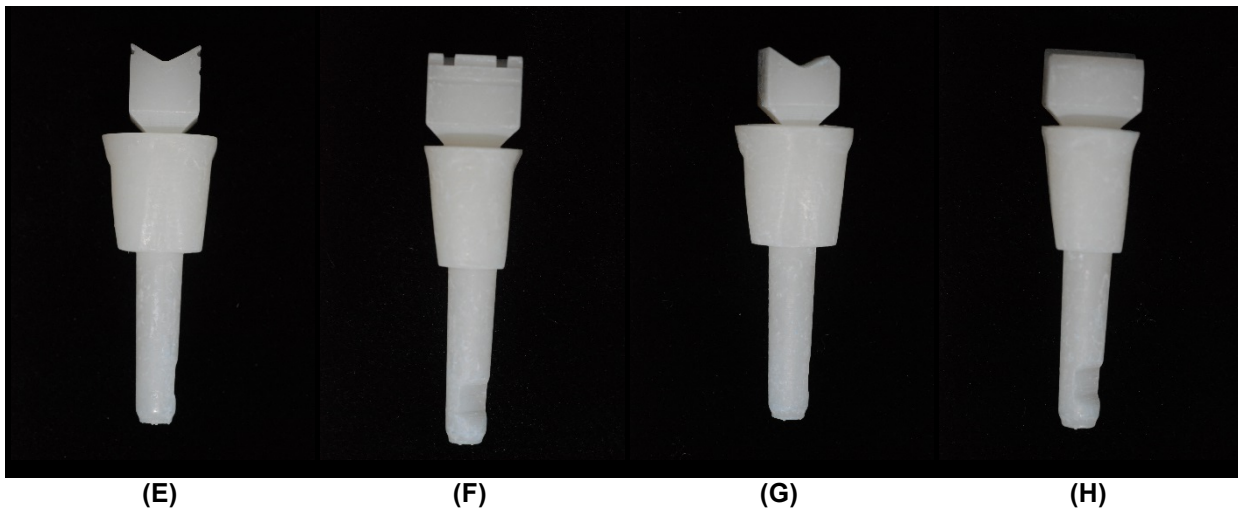


Figura 21: Modelo tipo 3 real após impressão, em vista mesial (A) e em vista vestibular (B), e respectivo calibrador em vista mesial (C) e vestibular (D).

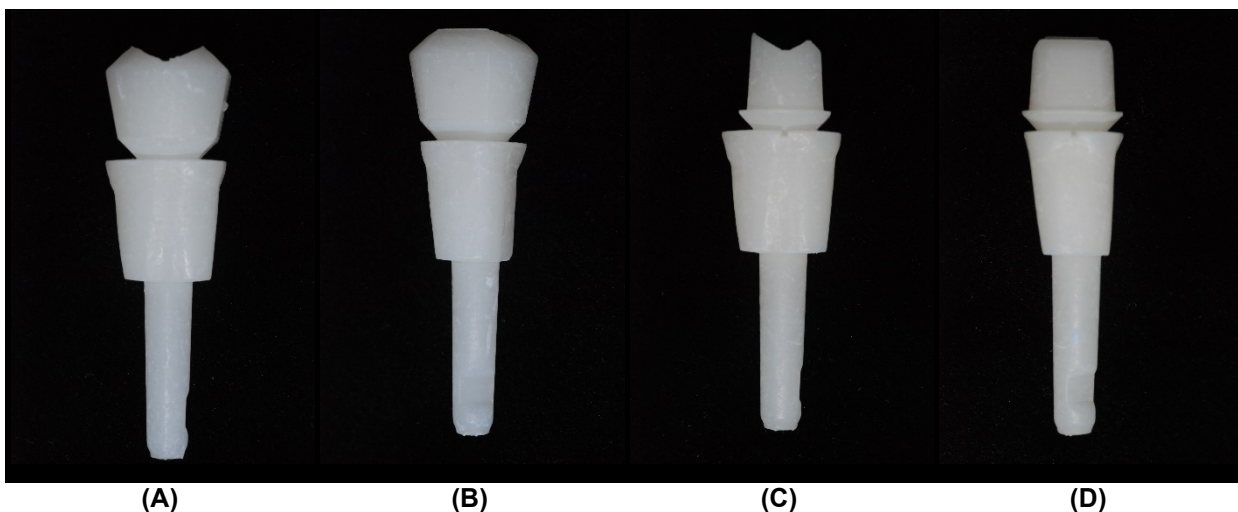


Figura 22: Modelo tipo 4 real após impressão, em vista mesial (A) e em vista vestibular (B), e respectivo calibrador em vista mesial (C) e vestibular (D).

Como os modelos obtidos se apresentam em cor única foi necessário fazer marcação com recurso a um marcador ultrafino à prova de água (Figura 23).



Figura 23: Exemplo de modelo tipo 1 integro com marcações.

2. PREPARAÇÃO DO ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA APRENDIZAGEM

2.1. Organização do Estudo

Para o presente estudo foram arbitrariamente seleccionados 30 alunos finalistas do 3º ano que concluíram a Unidade Curricular de Prótese Fixa com sucesso e que nunca contactaram com o treino da preparação dentária em prótese fixa.

O referido estudo foi realizado em condições de exame na sala dos fantasmas da FMDUP.

Relativamente ao género, a amostra de operadores compreendeu 21 indivíduos do sexo feminino e 9 indivíduos do género masculino, com idades compreendidas entre os 20 aos 22 anos de idade.

Os 30 alunos foram divididos em dois grupos de 15 alunos, designados por Grupo A e Grupo B (Figura 24).

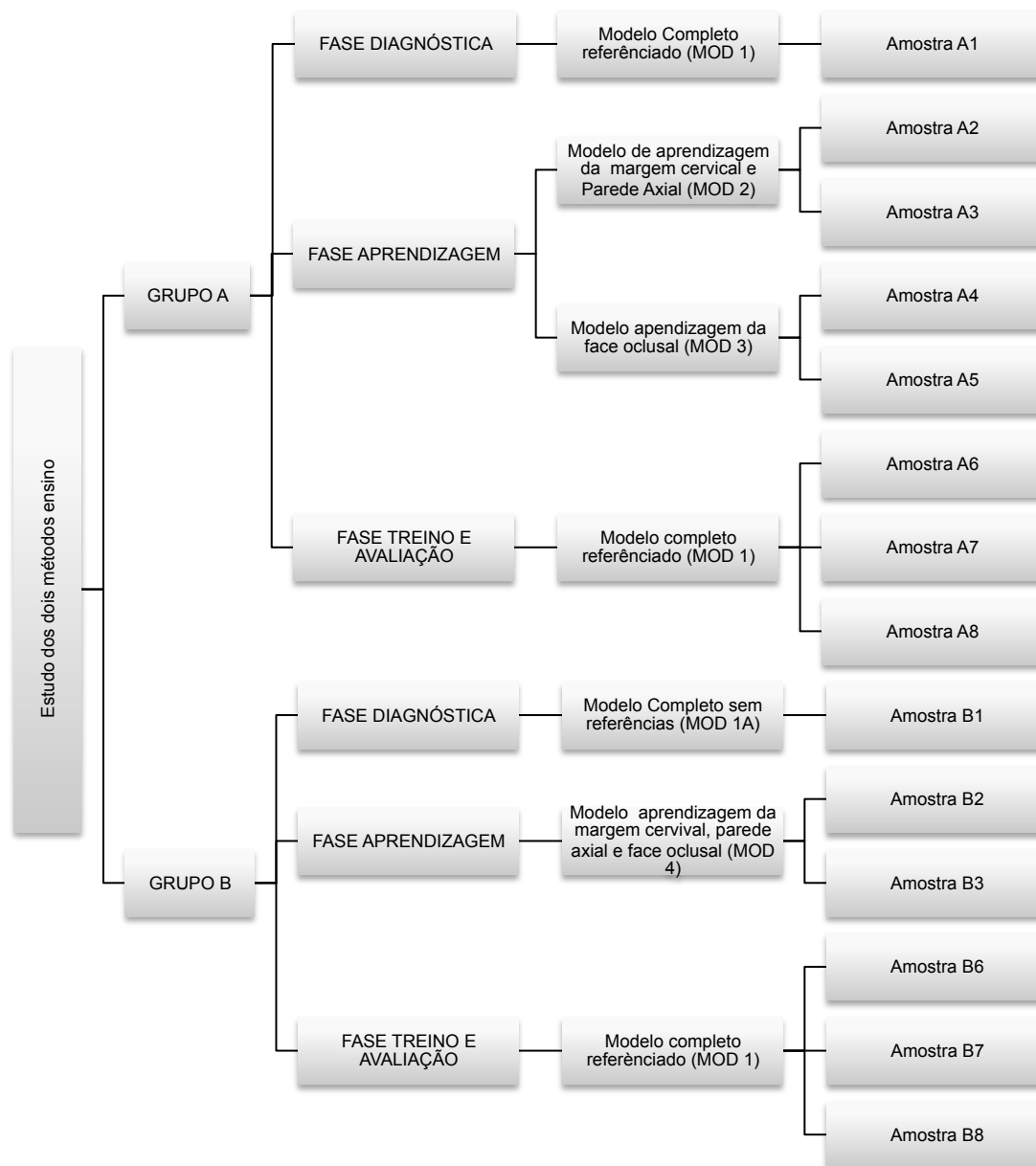


Figura 24: Descrição do desenho do estudo.

Numa primeira fase, fase de avaliação diagnóstica, foram executadas 30 preparações dentárias, na fase de aprendizagem foram preparados 150 modelos, e na fase de avaliação final foram obtidas 30 preparações dentárias, contabilizando um total de 210 preparações (Figura 25). As preparações dentárias foram sequencialmente numeradas e a sua correspondência com o operador não foi revelada a nenhum dos avaliadores até ao final da avaliação manual.



Figura 25: Total de 210 preparações dentárias utilizadas na fase de avaliação diagnóstica, na fase de aprendizagem e na fase de avaliação final.

No presente estudo participaram 3 avaliadores que concretizaram a avaliação manual pelo método clássico, e a avaliação pelo método direto modificado, baseado em imagens obtidas na avaliação informatizada.

Simultaneamente as preparações foram avaliadas pelo método informatizado usando o sistema PREPAssistant®.

2.2. Aula Prévia

A ambos os grupos foi ministrada uma aula prévia de cerca de 10 minutos com a descrição dos tópicos seguintes:

- Instrumentos motorizados
- Instrumentos de corte rotativos (IRC)
- Selecção do ICR (“broca”)
 - material
 - comprimento da superfície cortante

- forma do corpo
- forma da extremidade
- angulação ou convergência
- diâmetro na base
- diâmetro na extremidade
- Parte ativa do ICR e modo de ação
- Dorma dos ICR tronco-cônicos ou paralelos
- “Guidelines”
 - Características da preparação dentária do estudo
 - Linha de acabamento
 - Uniforme com 1mm de espessura
 - Ombro com ângulo interno arredondado
 - Desgaste axial
 - Conicidade 3° por parede no total de 6°
 - Espessura mínima de 1mm
 - Desgaste da segunda inclinação a partir da metade incisal, correspondente a cerca do 1/3 inicial da preparação dentária
 - Desgaste oclusal
 - Desgaste de cerca de 1,5mm no sulco oclusal
 - Desgaste de cerca de 1,5mm na cúspide não funcional (vestibular) e 2mm na cúspide funcional (lingual)
 - Bisel de 45° com o eixo da preparação no terço externa da cúspide funcional (lingual)
- Acabamento
 - ICR diamante grão fino
 - Eliminação de ângulos vivos
 - Uniformidade da linha e parede axial

De seguida, o Grupo A recebeu uma explicação do objetivo da preparação do Modelo 2, com o treino da margem cervical e parede axial, e referenciando-se pelo mini cilindro oclusal e pela marca de referência oclusal. Posteriormente, foi explicado o treino do Modelo 3, para treino do desgaste oclusal com guias de profundidade, assim como o treino do bisel da cúspide funcional, sendo realizado a 45° com o eixo de inserção e no terço externo da corresponde cúspide funcional.

Ao grupo B foi explicada a técnica para a preparação do modelo 4, para o treino na margem cervical, parede axial e preparação oclusal com desgaste e bisel da cúspide funcional. De

notar que na parede axial o treino do desgaste deve tomar em consideração o eixo de inserção e que a conicidade ideal é formada pela conicidade do ICR tronco cônico.

2.3. Entrega de Materiais

A cada aluno foi entregue um guia com as normas de orientação de cada amostra, com ilustrações da amostra intacta e da preparação ideal a obter.

Foram também entregues a cada aluno amostras identificadas com o número do operador e número da amostra, estando, no grupo A, as 8 amostras numeradas de 1 a 8 e, no grupo B, as 6 amostras numeradas de 1 a 3 e de 6 a 8 (Figura 26).

Os materiais fornecidos aos operadores consistiram de um manual de apoio sobre preparação dentária, um modelo fantomas da KaVo e um kit de ICR de desgaste rápido e de acabamento (Figura 27).



Figura 26: Modelos originais entregues aos alunos do grupo A (A) e do grupo B (B).

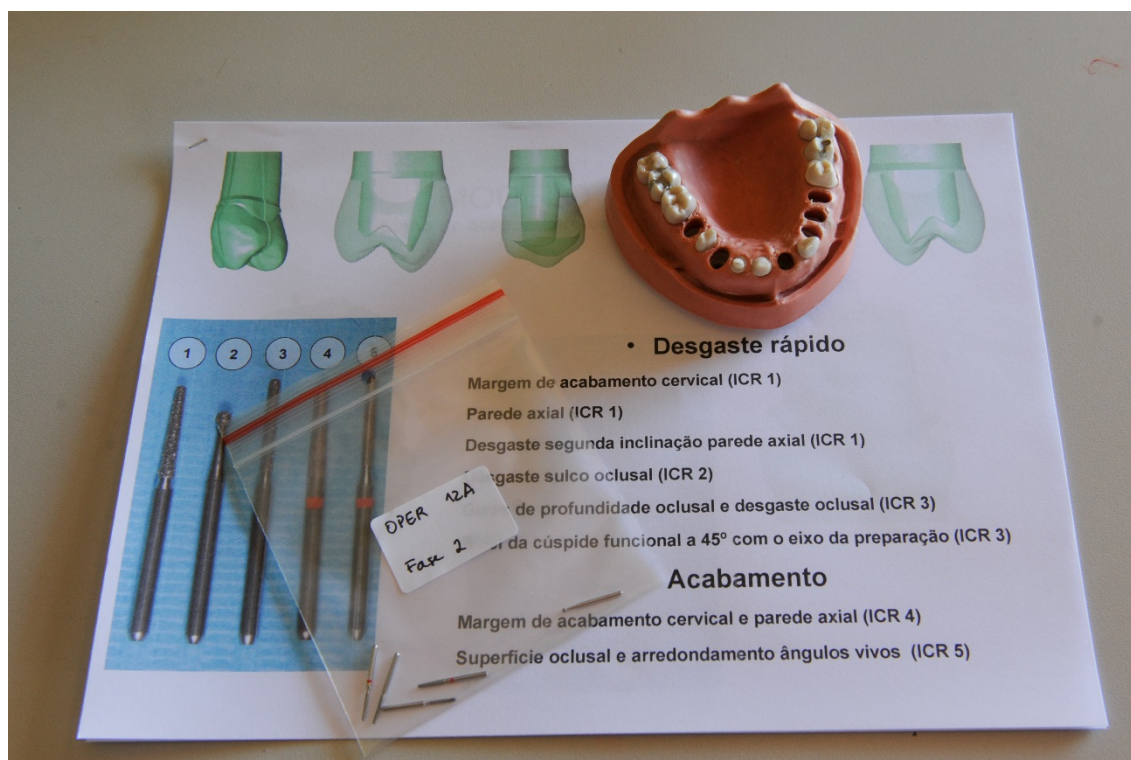


Figura 27. Materiais fornecidos aos operadores para a execução das preparações dentárias.

2.4. Organização das Amostras

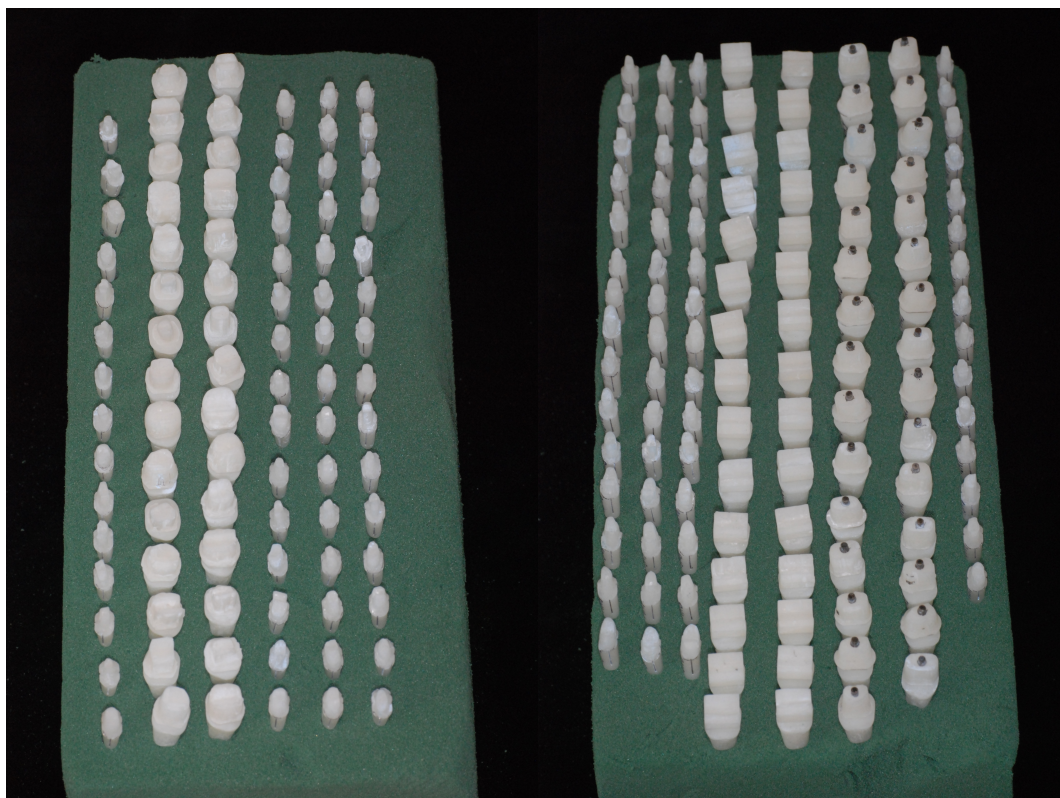
As amostras obtidas foram agrupadas em 4 grupos, para serem sujeitas a medições e à avaliação.

A série 1, 6, 7 e 8 do grupo A (A1, A6, A7 e A8) e as séries 6, 7 e 8 do grupo B (B6, B7 e B8) são constituídas por modelos do tipo 1 (MOD 1). No grupo B, a série 1 (B1) é constituída por modelos do tipo 1A (MOD 1A). As séries 2 e 3 do grupo A (A2 e A3) são constituídas por modelos do tipo 2. As séries 4 e 5 do grupo A (A4 e A5) são constituídas por modelos do tipo 3. Por último, As séries 2 e 3 do grupo B (B2 e B3) são constituídas por modelos do tipo 4.

2.5. Preparação dos Diferentes Modelos

Posteriormente à entrega do material a cada aluno, o estudo foi iniciado com a preparação das amostras. Previamente à preparação de cada amostra foi explicado o procedimento de execução das preparações. No fim da preparação de todas as amostras, foram ordenadas e

organizadas para a avaliação das preparações por diferentes métodos (Figura 28 e Figura 29) e entregues aos avaliadores clássica y amostras todas).



(A)

(B)

Figura 28: Modelos preparados para realizar as avaliações.

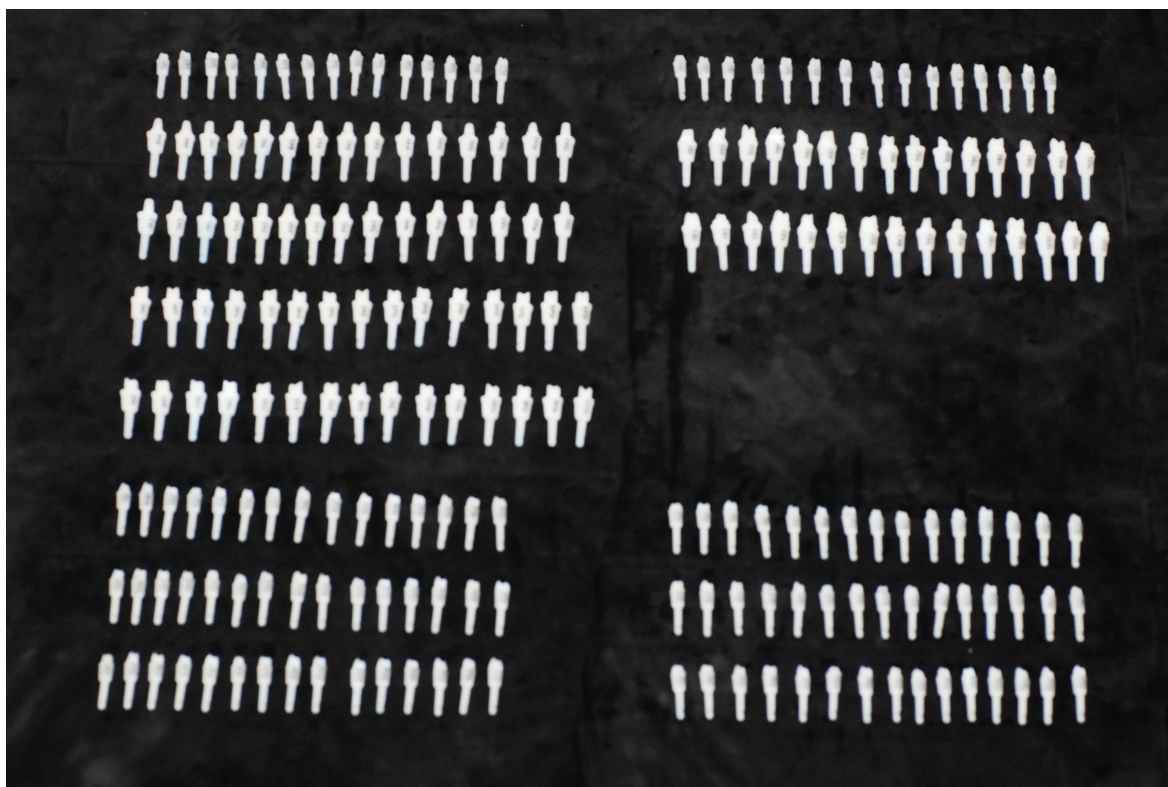


Figura 29: Total das amostras organizadas para avaliação.

3. DEFINIÇÃO DOS PARÂMETROS DA AVALIAÇÃO

Na FMDUP a avaliação das preparações dentárias é efetuada tendo em consideração os seguintes parâmetros (Figura 30):

1. Avaliação na margem cervical com ponderação de 35%
2. Avaliação na parede axial com ponderação de 35%
3. Avaliação na face oclusal com ponderação de 20%
4. Acabamento da preparação dentária com ponderação de 10%

Na avaliação da margem cervical com ponderação de 35% foram considerados os subitens:

1. Espessura na margem com ponderação de 15,75%
2. Posição da linha externa da margem cervical com ponderação de 12,25%
3. Tipo de linha de acabamento com ponderação de 7%

Na avaliação da parede axial com ponderação de 35% foram considerados os subitens:

1. Angulação das paredes axiais com ponderação de 17,5%
2. Espessura de desgaste das paredes axiais com ponderação de 10,5%
3. Segunda inclinação na face vestibular com ponderação de 7%

Na avaliação da face oclusal com ponderação de 20% foram considerados os subitens:

1. Espessura de desgaste da face oclusal a nível da cúspide funcional, não funcional e sulco oclusal com ponderação de 8%
2. Angulação da vertente lingual da cúspide vestibular e angulação da vertente vestibular da cúspide lingual com ponderação de 6%
3. Angulação da cúspide funcional com ponderação de 6%

Na avaliação do acabamento com ponderação de 10% foram considerados os subitens:

1. Acabamento na margem cervical com ponderação de 3,5%
2. Acabamento da parede axial com ponderação de 3%
3. Acabamento da face oclusal com ponderação de 1%
4. Ângulos arredondados com ponderação de 2,5%

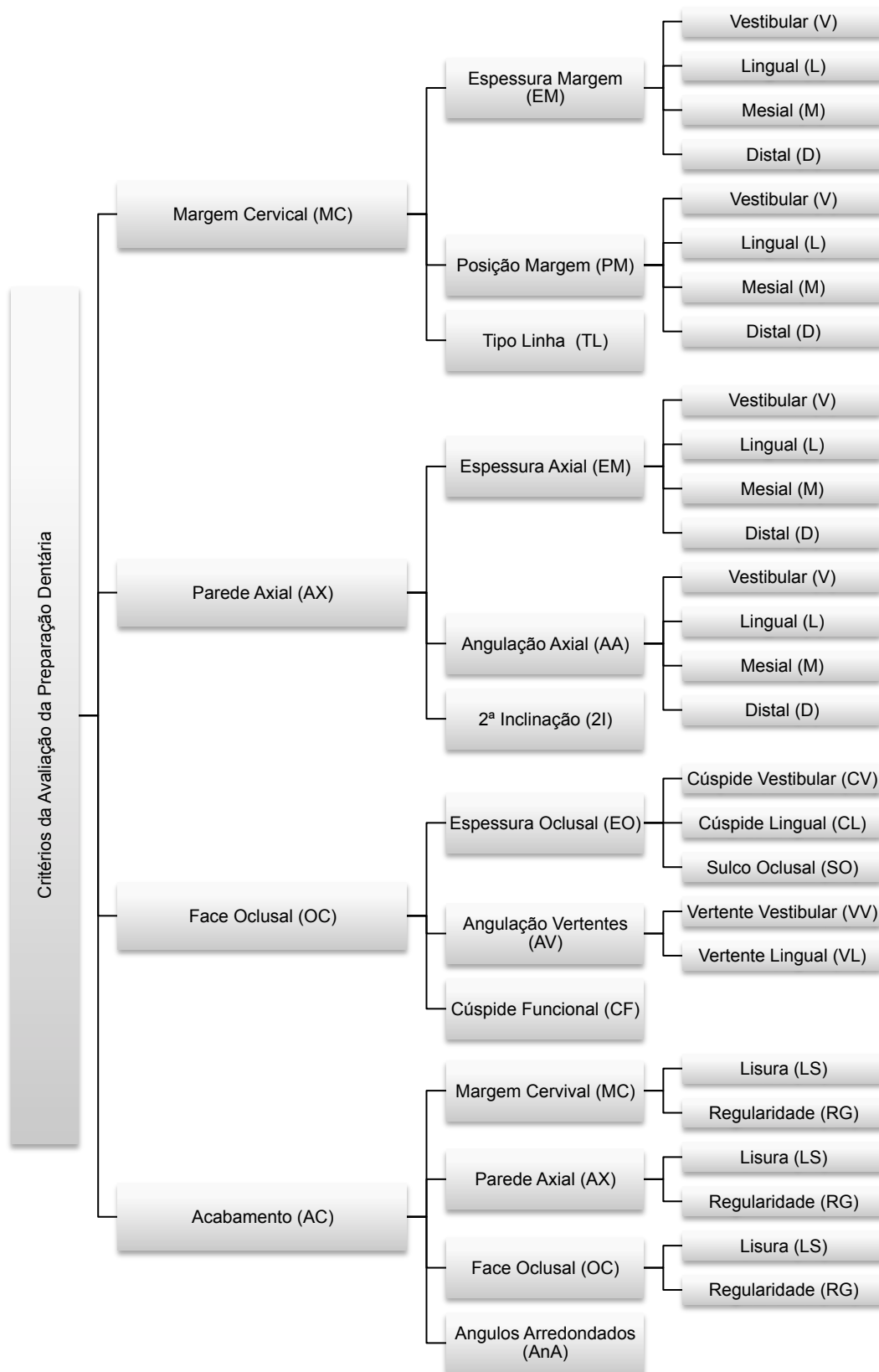


Figura 30: Critérios gerais de avaliação da preparação dentária.

Na Figura 31 podem ser analisados os critérios em forma abreviada e as respectivas ponderações por critério. As ponderações relativas de cada parâmetro individual, assim como de grupo de parâmetros, podem ser verificadas na Figura 32.

De entre os critérios existem parâmetros de avaliação objetivos e subjetivos que podem ser observados na Figura 33.

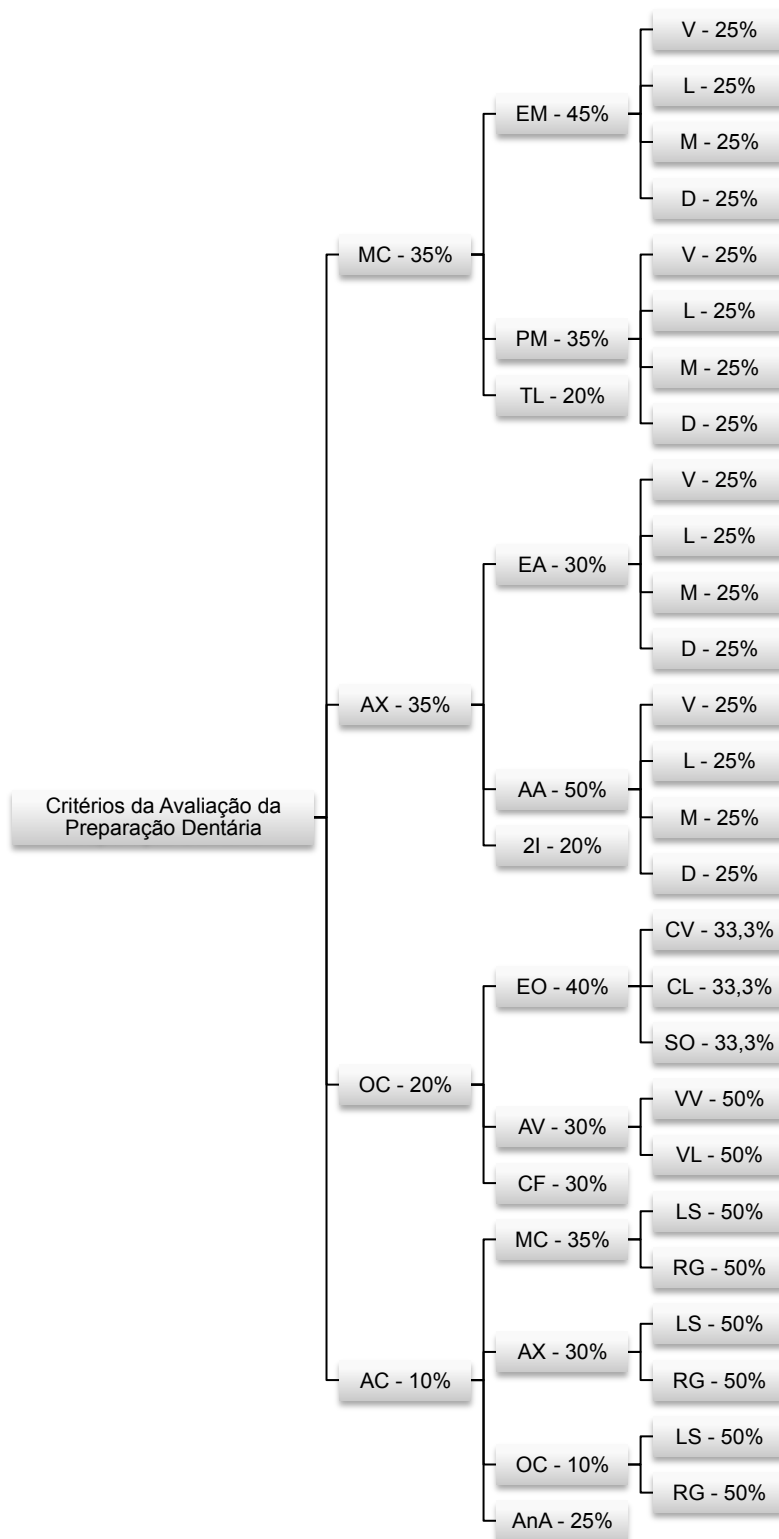


Figura 31: Critérios de avaliação das preparações dentárias em forma abreviada e com ponderações por critério. *Legenda:* 2I - 2ª Inclinação; AA - Angulação Axial; AC – Acabamento; AnA - Ângulos Arredondados; AV - Angulação Vertentes; AX - Parede Axial; CF - Cúspide Funcional; CL - Cúspide Lingual; CV - Cúspide Vestibular; D – Distal; EA - Espessura Axial; EM - Espessura Margem; EO - Espessura Oclusal; L – Lingual; LS – Lisura; M – Mesial; MC - Margem Cervical; OC - Face Oclusal; PM - Posição Margem; RG – Regularidade; SO - Sulco Oclusal; TL - Tipo Linha; V – Vestibular; VL - Vertente Lingual; VV - Vertente Vestibular.

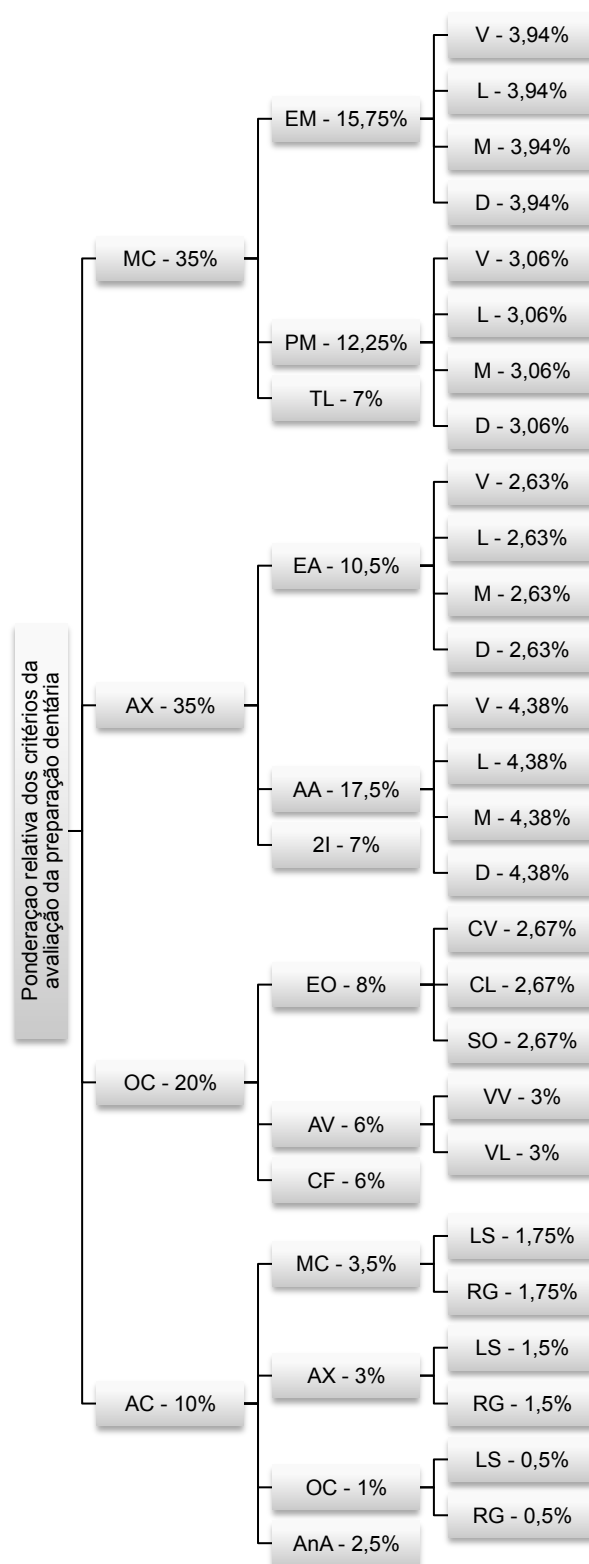


Figura 32: Critérios da avaliação com ponderações relativas para cada parâmetro individual e para cada grupo de parâmetro. *Legenda:* 2I - 2ª Inclinação; AA - Angulação Axial; AC – Acabamento; AnA - Ângulos Arredondados; AV - Angulação Vertentes; AX - Parede Axial; CF - Cúspide Funcional; CL - Cúspide Lingual; CV - Cúspide Vestibular; D – Distal; EA - Espessura Axial; EM - Espessura Margem; EO - Espessura Oclusal; L – Lingual; LS – Lisura; M – Mesial; MC - Margem Cervical; OC - Face Oclusal; PM - Posição Margem; RG – Regularidade; SO - Sulco Oclusal; TL - Tipo Linha; V – Vestibular; VL - Vertente Lingual; VV - Vertente Vestibular.

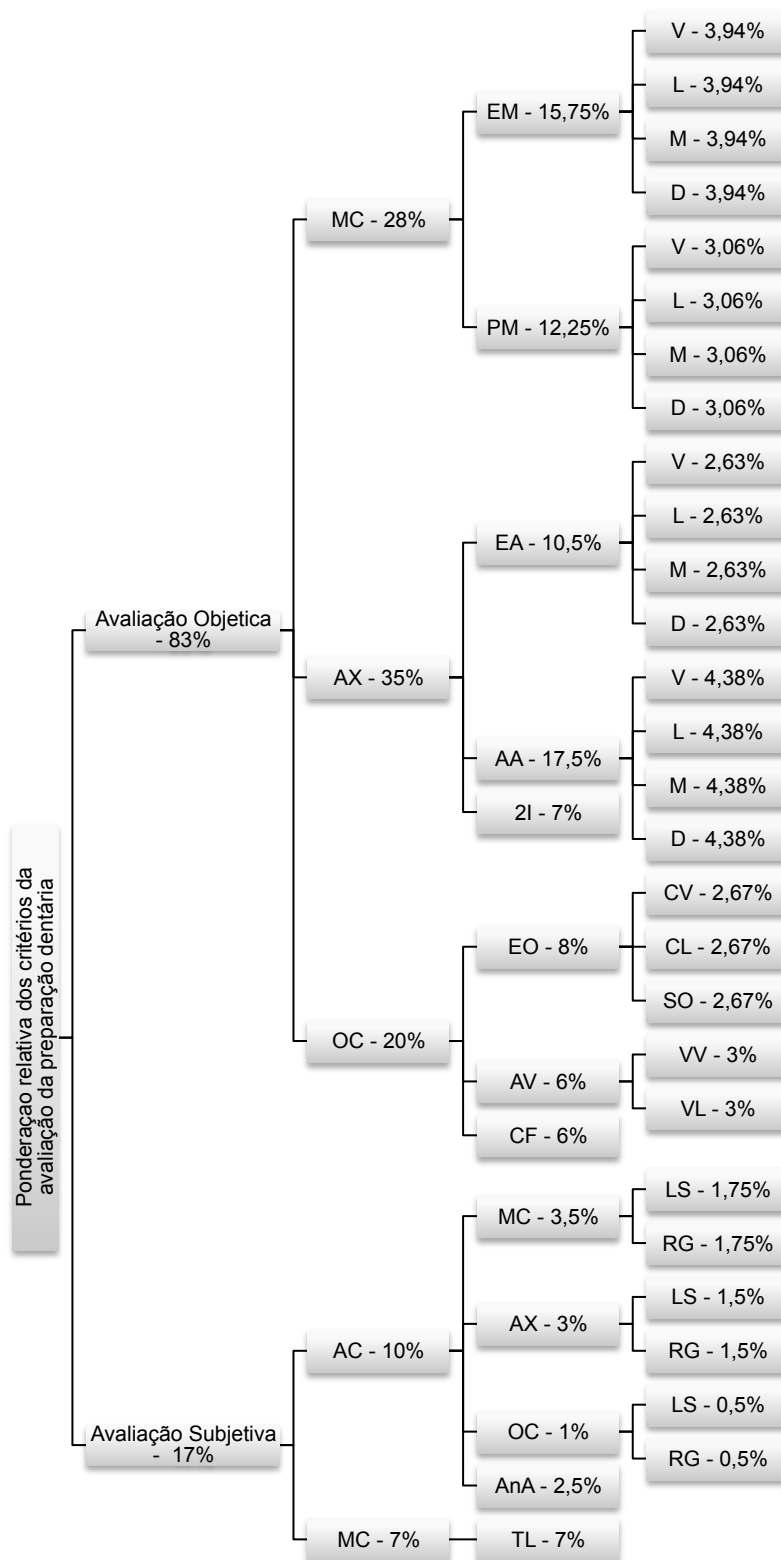


Figura 33: Critérios de avaliação objetiva e subjetiva das preparações dentárias e respectivas ponderações relativas. *Legenda:* 2I - 2ª Inclinação; AA - Angulação Axial; AC – Acabamento; AnA - Ângulos Arredondados; AV - Angulação Vertentes; AX - Parede Axial; CF - Cúspide Funcional; CL - Cúspide Lingual; CV - Cúspide Vestibular; D – Distal; EA - Espessura Axial; EM - Espessura Margem; EO - Espessura Oclusal; L – Lingual; LS – Lisura; M – Mesial; MC - Margem Cervical; OC - Face Oclusal; PM - Posição Margem; RG – Regularidade; SO - Sulco Oclusal; TL - Tipo Linha; V – Vestibular; VL - Vertente Lingual; VV - Vertente Vestibular.

Na avaliação das preparações de treino de acabamento da margem cervical, parede axial e comicidade (MOD 2), a avaliação não incluiu os parâmetros de avaliação oclusal e da 2ª inclinação (21; Figura 34).

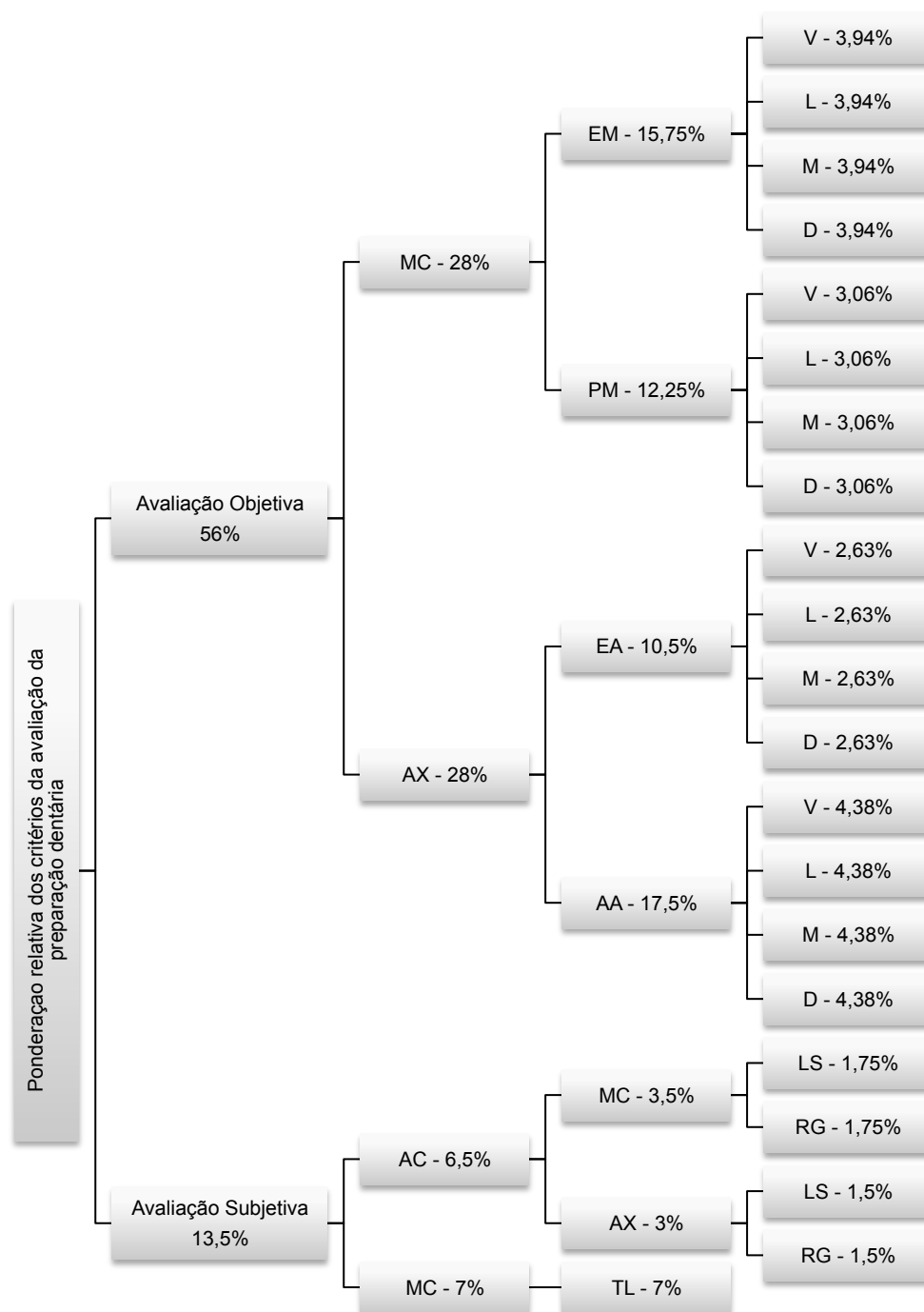


Figura 34: Critérios de avaliação objetiva e subjetiva e respectivas ponderações para a série de modelos tipo 2. *Legenda:* AA - Angulação Axial; AC – Acabamento; AX - Parede Axial; D – Distal; EA - Espessura Axial; EM - Espessura Margem; L – Lingual; LS – Lisura; M – Mesial; MC - Margem Cervical; PM - Posição Margem; RG – Regularidade; TL - Tipo Linha; V – Vestibular.

Na avaliação de preparações de treino do desgaste da face oclusal e bisel da cúspide funcional (MOD 3) a avaliação incluiu os parâmetros representados na Figura 35.

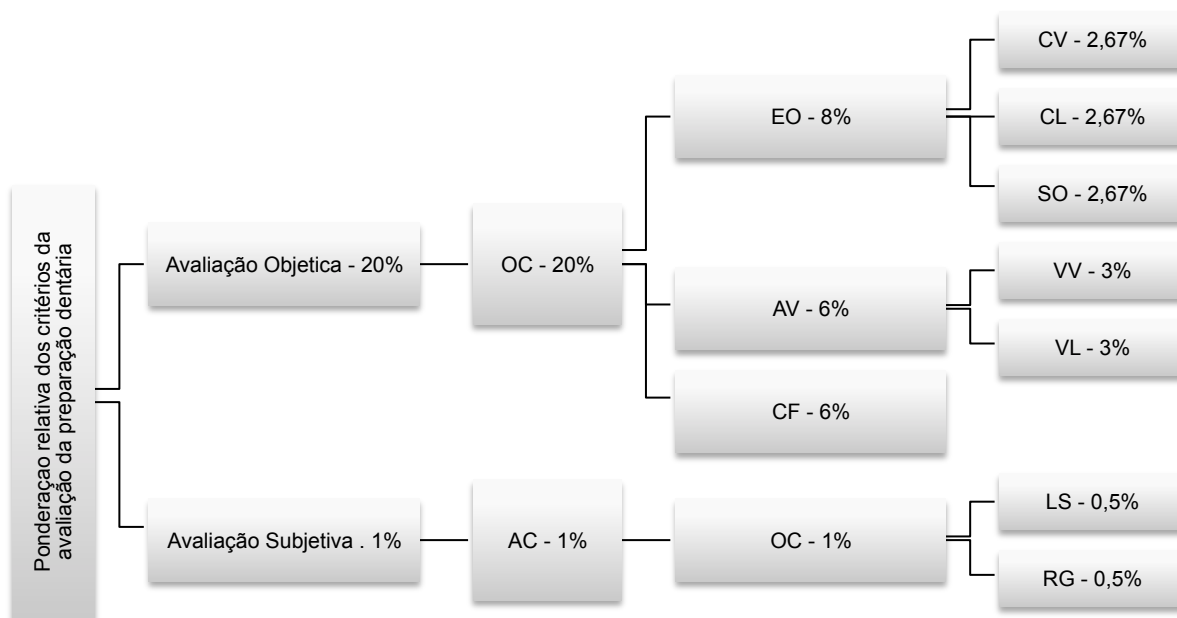


Figura 35: Critérios da avaliação em forma abreviada e com ponderações por critério para a série de modelos tipo 3. *Legenda:* AC – Acabamento; AV - Angulação Vertentes; CF - Cúspide Funcional; CL - Cúspide Lingual; CV - Cúspide Vestibular; EO - Espessura Oclusal; LS – Lisura; OC - Face Oclusal; RG – Regularidade; SO - Sulco Oclusal; VL - Vertente Lingual; VV - Vertente Vestibular.

Na avaliação de preparações da série de Modelos tipo 4 (modelo de treino da margem de acabamento cervical, parede axial, conicidade da parede axial, desgaste da face oclusal e bisel da cúspide funcional) a avaliação não incluiu o parâmetro de avaliação da 2ª inclinação (Figura 36).

Cada grupo de parâmetros, objetivos e subjetivos, está sujeita a uma avaliação em que os diferentes limites definidos por método de avaliação estão descritos na Tabela 2 e na Tabela 3, respectivamente.

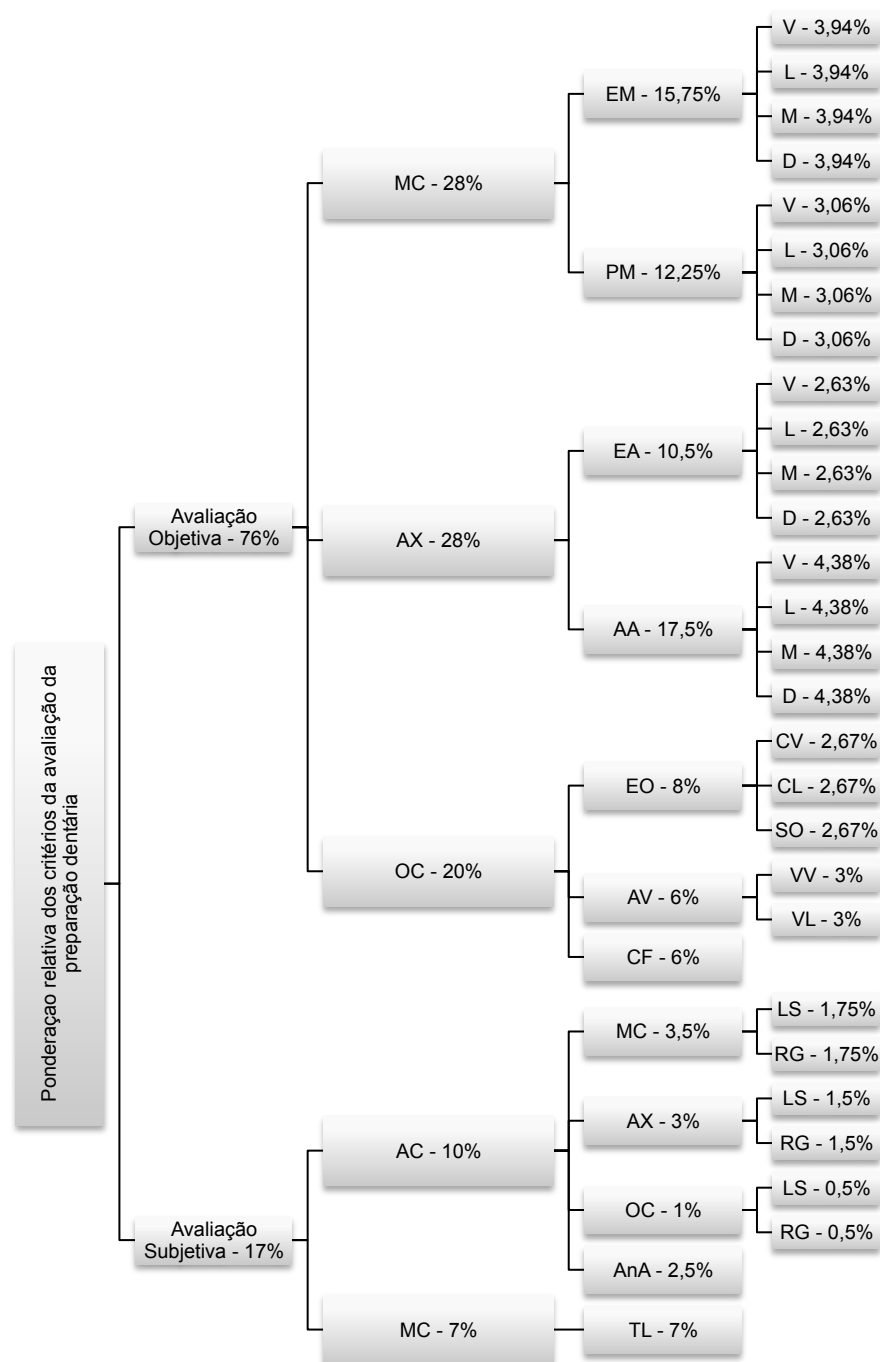


Figura 36: Critérios da em forma abreviada e com ponderações por critério para a série de modelos tipo 4. *Legenda:* AA - Angulação Axial; AC – Acabamento; AnA - Ângulos Arredondados; AX - Parede Axial; CF - Cúspide Funcional; CL - Cúspide Lingual; CV - Cúspide Vestibular; D – Distal; EA - Espessura Axial; EM - Espessura Margem; EO - Espessura Oclusal; L – Lingual; LS – Lisura; M – Mesial; MC - Margem Cervical; OC - Face Oclusal; PM - Posição Margem; RG – Regularidade; SO - Sulco Oclusal; TL - Tipo Linha; V – Vestibular; VL - Vertente Lingual; VV - Vertente Vestibular.

Tabela 2: Descrição das tolerâncias e notas respectivas dos parâmetros objectivos.

Parâmetro	Definições parâmetro	Avaliação			Limites	Ponderação (%)
Posição Margem	Posição linha externa da margem cervical	Muito bom	5	[17,5-20]	[0,25; -0,25]	12,25%
		Bom	4	[13,5-17,5[	[0,50; 0,25[; [-0,25; -0,50]
		Suficiente	3	[9,5-13,5[	[0,75; 0,50[; [-0,50; -0,75]
		Medíocre	2	[6,5-9,5[	[1,00; 0,75[; [-0,75; -1,00]
		Mau	1	[0-6,5[	[1,25; 1,00[; [-1,00; -1,25]
Espessura na Margem (EM)	Desvio relativo à largura da margem cervical ideal 1mm	Muito bom	5	[17,5-20]	[0,10; -0,10]	15,75%
		Bom	4	[13,5-17,5[	[0,20; 0,10[; [-0,10; -0,20]
		Suficiente	3	[9,5-13,5[	[0,35; 0,20[; [-0,20; -0,35]
		Medíocre	2	[6,5-9,5[	[0,50; 0,35[; [-0,35; -0,50]
		Mau	1	[0-6,5[	[0,65; 0,50[; [-0,50; -0,65]
Angulação axial	Angulação das paredes axiais	Muito bom	5	[17,5-20]	[1,00; -1,00]	17,50%
		Bom	4	[13,5-17,5[	[2,00; 1,00[; [-1,00; -2,00]
		Suficiente	3	[9,5-13,5[	[4,00; 2,00[; [-2,00; -4,00]
		Medíocre	2	[6,5-9,5[	[6,00; 4,00[; [-4,00; -6,00]
		Mau	1	[0-6,5[	[8,00; 6,00[; [-6,00; -8,00]
Espessura axial (EA)	Espessura de desgaste nas paredes axiais	Muito bom	5	[17,5-20]	[0,15; -0,15]	10,50%
		Bom	4	[13,5-17,5[	[0,30; 0,15[; [-0,15; -0,30]
		Suficiente	3	[9,5-13,5[	[0,45; 0,30[; [-0,30; -0,45]
		Medíocre	2	[6,5-9,5[	[0,50; 0,45[; [-0,45; -0,50]
		Mau	1	[0-6,5[	[0,85; 0,50[; [-0,50; -0,85]
2ª Inclinação (2I)	Segunda inclinação de desgaste na parede vestibular	Muito bom	5	[17,5-20]	[5,00; -5,00]	7,00%
		Bom	4	[13,5-17,5[	[10,0; 5,00[; [-5,00; -10,00]
		Suficiente	3	[9,5-13,5[	[15,00; 10,00[; [-10,00; -15,00]
		Medíocre	2	[6,5-9,5[	[20,00; 15,00[; [-15,00; -20,00]
		Mau	1	[0-6,5[	[25,00; 20,00[; [-20,00; -25,00]
Espessura oclusal (EO)	Espessura de desgaste nas cúspides vestibular e lingual e no sulco oclusal	Muito bom	5	[17,5-20]	[0,15; -0,15]	8,00%
		Bom	4	[13,5-17,5[	[0,30; 0,15[; [-0,15; -0,30]
		Suficiente	3	[9,5-13,5[	[0,45; 0,30[; [-0,30; -0,45]
		Medíocre	2	[6,5-9,5[	[0,65; 0,45[; [-0,45; -0,65]
		Mau	1	[0-6,5[	[0,85; 0,65[; [-0,65; -0,85]
Angulação das vertentes	Angulação da vertente lingual da cúspide vestibular e angulação da vertente vestibular da cúspide lingual	Muito bom	5	[17,5-20]	[5,00; -5,00]	6,00%
		Bom	4	[13,5-17,5[	[10,0; 5,00[; [-5,00; -10,00]
		Suficiente	3	[9,5-13,5[	[15,00; 10,00[; [-10,00; -15,00]
		Medíocre	2	[6,5-9,5[	[20,00; 15,00[; [-15,00; -20,00]
		Mau	1	[0-6,5[	[25,00; 20,00[; [-20,00; -25,00]
Cúspide funcional	Angulação da cúspide funcional	Muito bom	5	[17,5-20]	[5,00; -5,00]	3,00%
		Bom	4	[13,5-17,5[	[10,0; 5,00[; [-5,00; -10,00]
		Suficiente	3	[9,5-13,5[	[15,00; 10,00[; [-10,00; -15,00]
		Medíocre	2	[6,5-9,5[	[20,00; 15,00[; [-15,00; -20,00]
		Mau	1	[0-6,5[	[25,00; 20,00[; [-20,00; -25,00]

Tabela 3: Descrição das tolerâncias e notas respectivas dos parâmetros subjetivos.

Parâmetro	Definições parâmetro	Avaliação		Limites	Ponderação %
Tipo Linha	Linha ideal para o tipo de preparação	Muito bom	5	Qualitativo	7,00%
		Bom	4		
		Suficiente	3		
		Medíocre	2		
		Mau	1		
Cúspide funcional	Definir se tem ou não bisel na cúspide funcional	Muito bom	5	Qualitativo	3,00%
		Bom	4		
		Suficiente	3		
		Medíocre	2		
		Mau	1		
Acabamento margem cervical	Acabamento em termos de lisura e regularidade do acabamento da margem cervical	Muito bom	5	Qualitativo	3,50%
		Bom	4		
		Suficiente	3		
		Medíocre	2		
		Mau	1		
Acabamento parede axial	Acabamento em termos de lisura e regularidade do acabamento da parede axial	Muito bom	5	Qualitativo	3,00%
		Bom	4		
		Suficiente	3		
		Medíocre	2		
		Mau	1		
Acabamento face oclusal	Acabamento em termos de lisura e regularidade do acabamento da face oclusal	Muito bom	5	Qualitativo	1,00%
		Bom	4		
		Suficiente	3		
		Medíocre	2		
		Mau	1		
Ângulos arredondados	Acabamento em termos de arredondamento dos ângulos	Muito bom	5	Qualitativo	2,50%
		Bom	4		
		Suficiente	3		
		Medíocre	2		
		Mau	1		

4. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO

Os diferentes métodos de avaliação utilizados no presente estudo estão esquematizados na Figura 37.

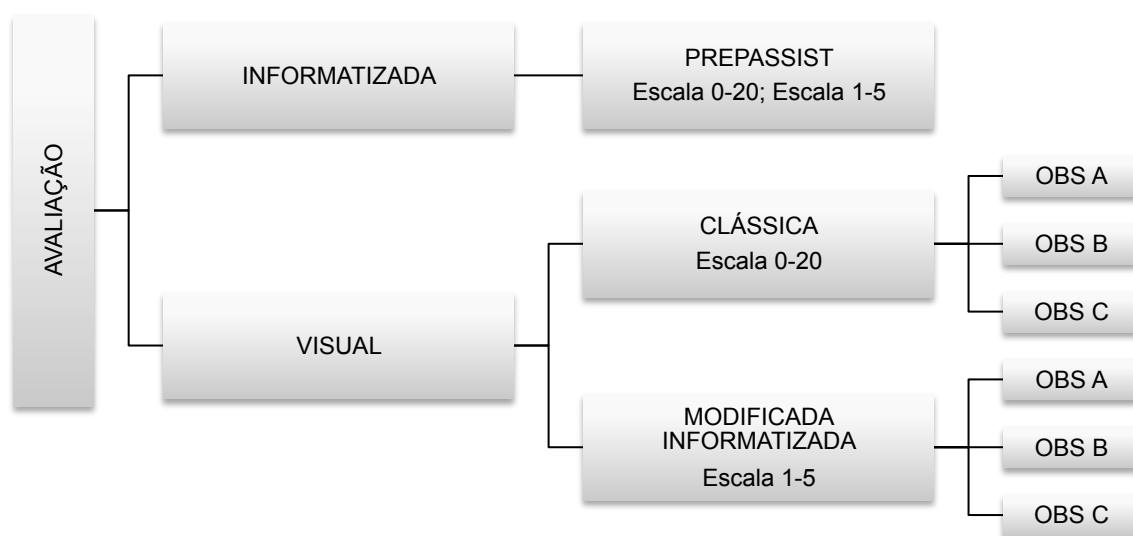


Figura 37: Métodos de avaliação. *Legenda:* OBS – Observador.

4.1. PREPassistant®

4.1.1. Preparação das amostras para leitura

Atendendo à reflexão das amostras e dificuldade de leitura no scanner 3D, as preparações foram previamente pulverizadas com um spray (CEREC® OptiSpray, Sirona Dental System, LLC, Alemanha).

4.1.2. Sistema de leitura da preparação dentária

As preparações foram analisadas no sistema PREPassistant®. Para isso as preparações foram lidas através de uma câmara CCD. O scanner que digitaliza as preparações dentárias com uma definição de 20µm, permitindo examinar detalhes e compará-los com uma preparação executada pelo instrutor. Possibilita a análise e avaliação 2D e 3D das preparações tornando assim possível a sua análise e avaliação minuciosas, detetando erros que, de outra forma, seriam difíceis de identificar.

No início das leituras, o *scanner* foi calibrado segundo as indicações do fabricante.

Quando se realiza a digitalização é necessário colocar o dente num posicionador no *scanner*, que funciona como um calibrador do sistema referencial 3D.

4.1.3. Montagem da grelha de avaliação

Para criar uma grelha de avaliação no sistema PREPassistant®, é necessário emparelhar a amostra “ORIGINAL” com a do “INSTRUTOR”. Utilizamos neste passo o par de modelos informatizados desenhados em CAD e depois impressos. Conseguimos assim com este procedimento obter um sistema completamente calibrado.

Neste passo é necessário orientar e calibrar o sistema referencial para que os planos do sistema de *software* sejam coincidentes com a parte coronária da amostra. Isso é conseguido através da aferição personalizada por dente, de um ficheiro no PREPassistant® que posiciona por dente no sentido x translação, y translação, z translação e z rotação.

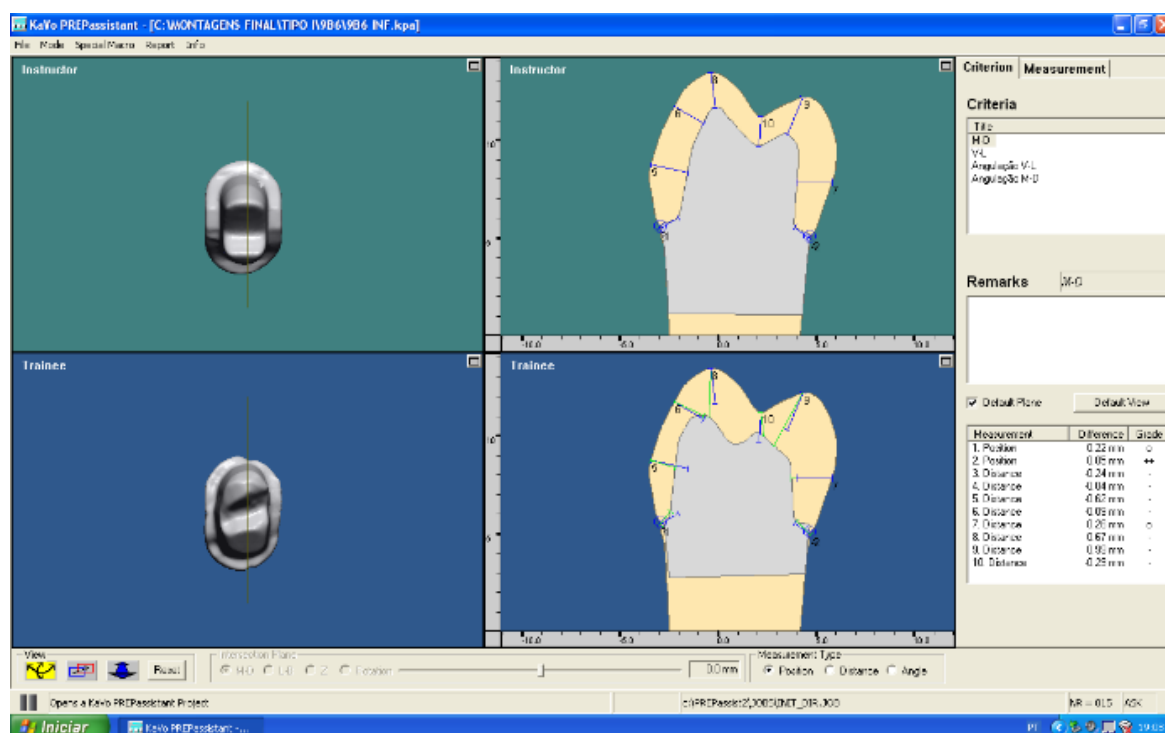
Depois da amostra orientada tridimensionalmente e a coincidir com os planos de referenciação podemos construir uma grelha de avaliação personalizada utilizando planos no sentido Vestibulo-Lingual, Mesio-Distal ou em corte axial. Quanto aos parâmetros a avaliar podemos usar posições, distâncias e angulações. O sistema calcula a diferença em relação à amostra original ou do Instrutor.

No nosso estudo as grelhas de avaliação foram padronizadas para as amostras dos diferentes grupos como passamos a descrever de seguida. As grelhas foram bloqueadas para que as amostras sejam processadas de igual forma dentro do mesmo grupo.

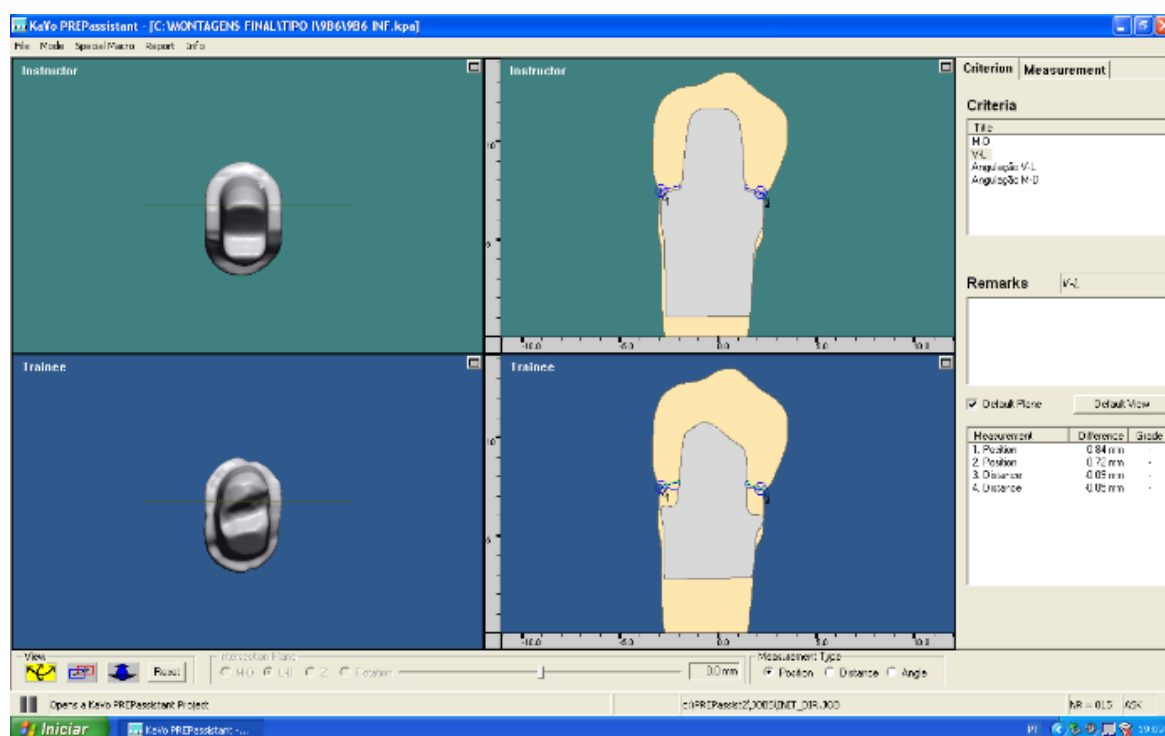
O processo de avaliação da série de modelos do tipo 1 (Figura 38) foi efetuado de acordo com as medições descritas na Tabela 4.

Tabela 4: Descrição do plano, tipo de critério, localização e nomenclatura na avaliação informatizada da série de modelos tipo 1.

Plano	Tipo Critério	Localização	Nomenclatura
Vestibular-lingual	Posição	Posição externa da linha acabamento Vestibular	PM-V
	Posição	Posição externa da linha acabamento Lingual	PM-L
	Distância	Largura da linha acabamento vestibular	EM-V
	Distância	Largura da linha acabamento lingual	EM-L
	Distância	Espessura na parede axial vestibular no terço cervical	EA-V1
	Distância	Espessura na parede axial vestibular no terço oclusal	EA-V2
	Distância	Espessura na parede axial lingual a meio da altura coronária	EA-L
	Distância	Espessura na cúspide vestibular	EO-V
	Distância	Espessura na cúspide lingual	EO-L
	Distância	Espessura no sulco oclusal	EO-S
	Angulação	Angulação da parede axial vestibular	AA-V
	Angulação	Angulação da parede axial lingual	AA-L
	Angulação	Angulação a 2ª inclinação vestibular	2I
	Angulação	Angulação vertente lingual da cúspide vestibular	AV-V
	Angulação	Angulação vertente vestibular da cúspide lingual	AV-L
	Angulação	Angulação da cúspide funcional	CP
Mesial-distal	Posição	Posição externa da linha acabamento Mesial	PM-M
	Posição	Posição externa da linha acabamento Distal	PM-D
	Distância	Largura da linha acabamento mesial	EM-M
	Distância	Largura da linha acabamento distal	EM-D
	Distância	Espessura na parede axial mesial a meio da altura coronária	EA-M
	Distância	Espessura na parede axial distal a meio da altura coronária	EA-D
	Angulação	Angulação da parede axial mesial	AA-M
	Angulação	Angulação da parede axial distal	AA-D



(A)



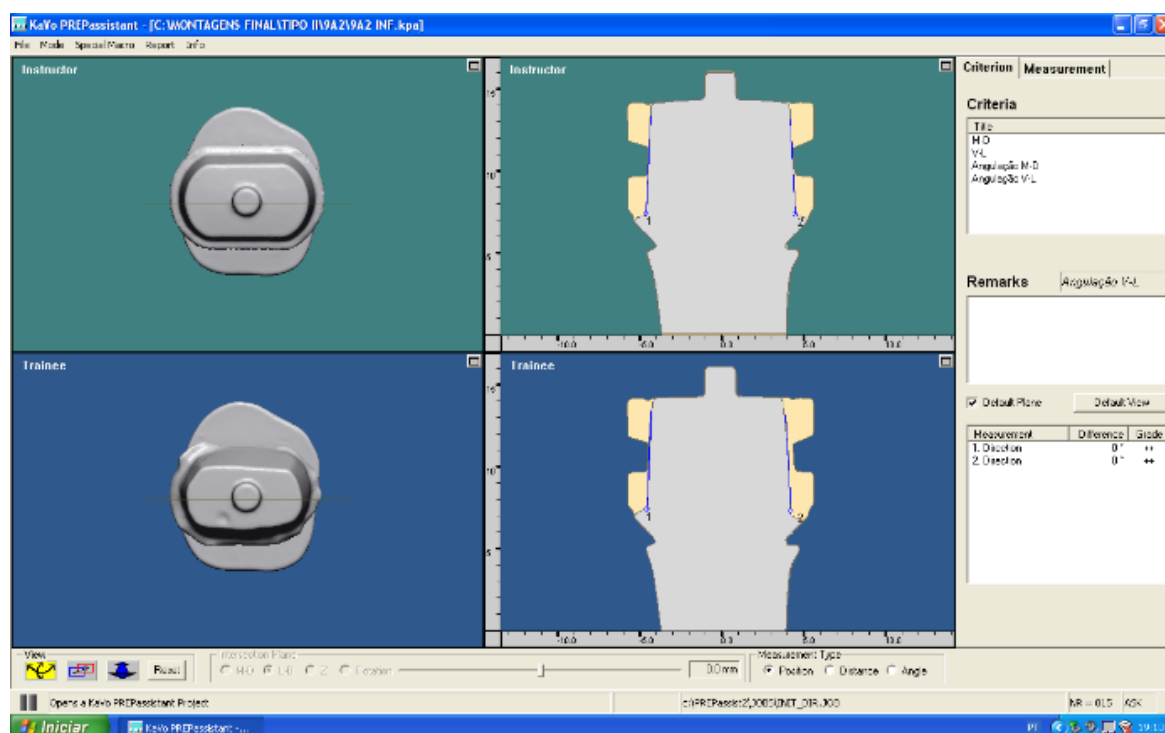
(B)

Figura 38: A interface do utilizador do sistema PREPassistent® para a série de modelos tipo 1 e 1A: perspectiva vestibular-lingual (A) e mesial-distal (B). As imagens mostram o emparelhamento dos modelos original-instrutor-aluno e respectivas grelhas de avaliação.

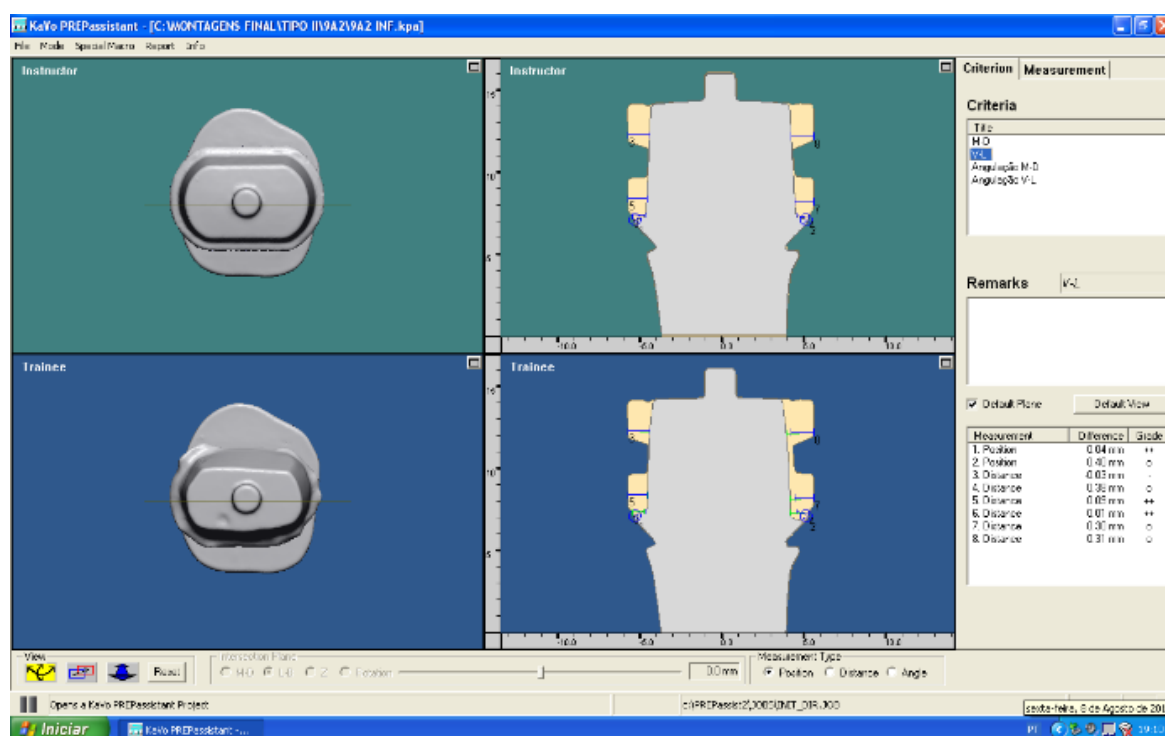
O processo de avaliação da série de modelos do tipo 2 (Figura 39) foi efetuado de acordo com as medições descritas na Tabela 5.

Tabela 5: Descrição do plano, tipo de critério, localização e nomenclatura na avaliação informatizada da série de modelos tipo 2.

Plano	Tipo Critério	Localização	Nomenclatura
Vestibular-lingual	Posição	Posição externa da linha acabamento Vestibular	PM-V
	Posição	Posição externa da linha acabamento Lingual	PM-L
	Distância	Largura da linha acabamento vestibular	EM-V
	Distância	Largura da linha acabamento lingual	EM-L
	Distância	Espessura na parede axial vestibular no terço cervical	EA-V1
	Distância	Espessura na parede axial vestibular no terço oclusal	EA-V2
	Distância	Espessura na parede axial lingual no terço cervical	EA-L1
	Distância	Espessura na parede axial lingual no terço oclusal	EA-L2
	Angulação	Angulação da parede axial vestibular	AA-V
	Angulação	Angulação da parede axial lingual	AA-L
Mesial-distal	Posição	Posição externa da linha acabamento Mesial	PM-M
	Posição	Posição externa da linha acabamento Distal	PM-D
	Distância	Largura da linha acabamento Mesial	EM-M
	Distância	Largura da linha acabamento distal	EM-D
	Distância	Espessura na parede axial mesial no terço cervical	EA-M1
	Distância	Espessura na parede axial mesial no terço oclusal	EA-M2
	Distância	Espessura na parede axial distal no terço cervical	EA-D1
	Distância	Espessura na parede axial distal no terço oclusal	EA-D2
	Angulação	Angulação da parede axial mesial	AA-M
	Angulação	Angulação da parede axial distal	AA-D



(A)



(B)

Figura 39: A interface do utilizador do sistema PREAssistant® para a série de modelos tipo 2: corte vestibular-lingual (A) e corte mesial-distal (B). As imagens mostram o emparelhamento dos modelos original-instrutor-aluno e respetivas grelhas de avaliação.

O processo de avaliação da série de modelos do tipo 3 (Figura 40) foi efetuado de acordo com as medições descritas na Tabela 6.

Tabela 6: Descrição do plano, tipo de critério, localização e nomenclatura na avaliação informatizada da série de modelos tipo 3.

Plano	Tipo Critério	Localização	Nomenclatura
Vestibular-Lingual	Distância	Espessura na cúspide vestibular	EO-V
	Distância	Espessura na cúspide lingual	EO-L
	Distância	Espessura no sulco oclusal	EO-S
	Angulação	Angulação vertente lingual da cúspide vestibular	AV-V
	Angulação	Angulação vertente vestibular da cúspide lingual	AV-L
	Angulação	Angulação da cúspide funcional	CP

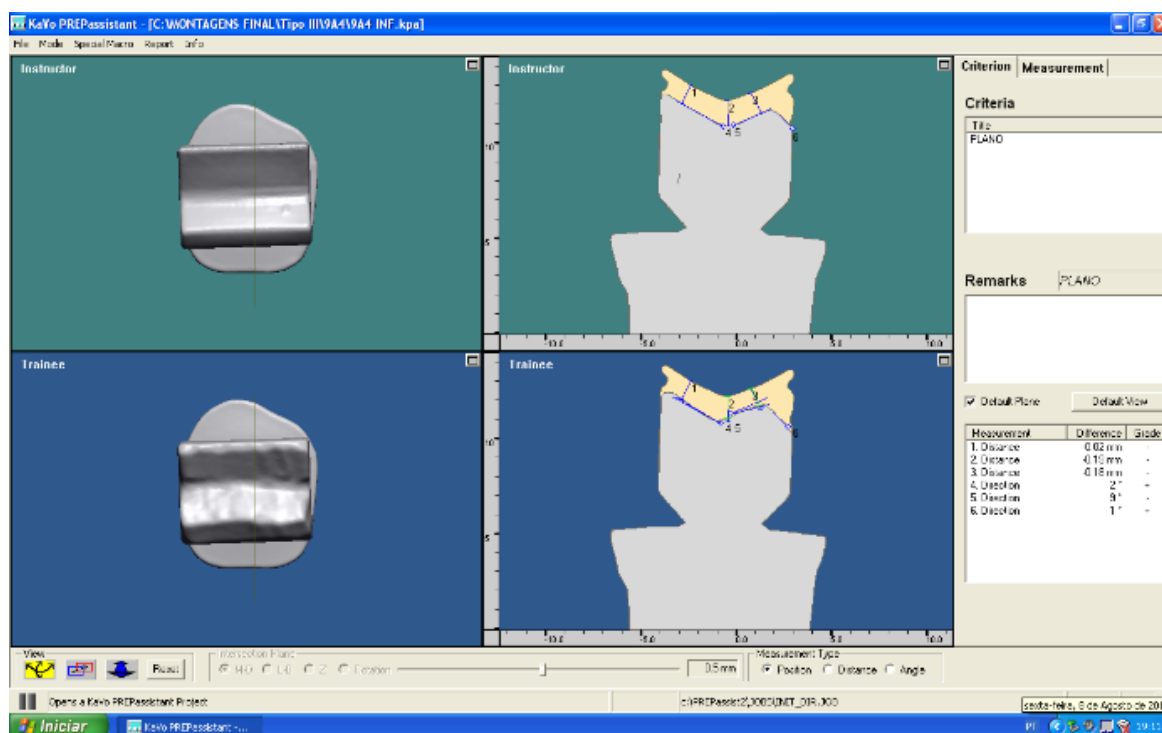
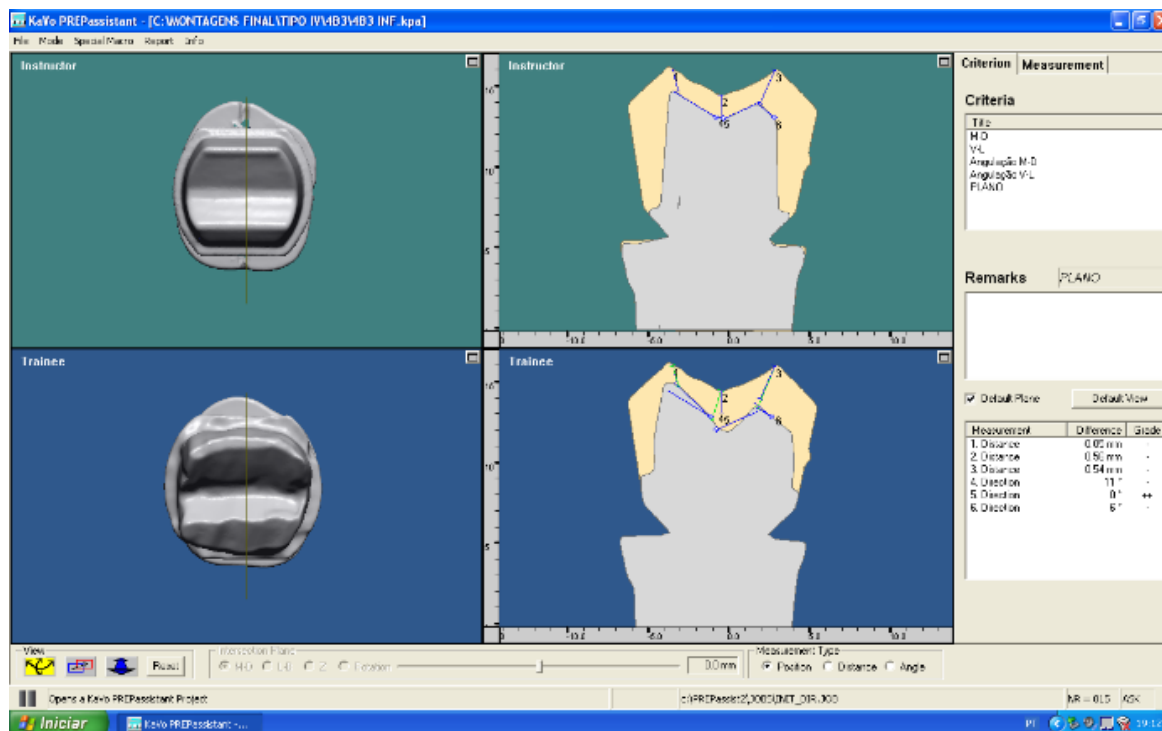


Figura 40: A interface do utilizador do sistema PREPassistent® para a série de modelos tipo 3 em corte vestibular-lingual. A imagem mostra o emparelhamento dos modelos original-instrutor-aluno e respetivas grelhas de avaliação.

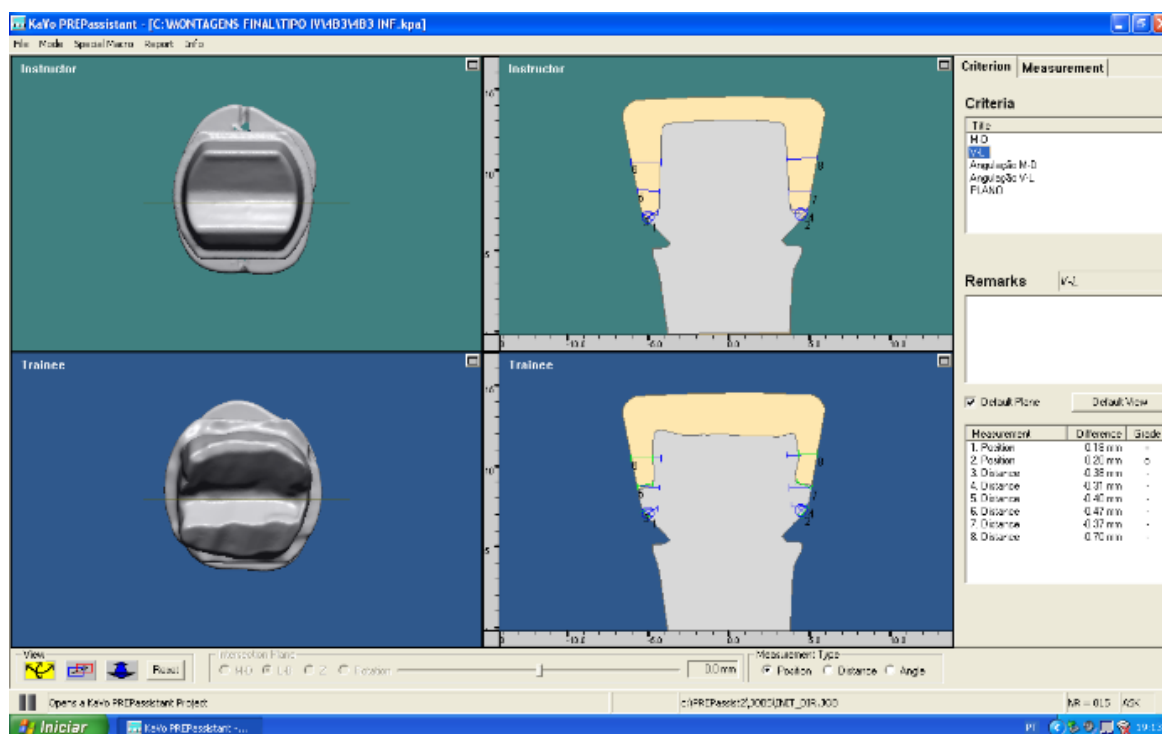
O processo de avaliação da série de modelos do tipo 4 (Figura 41) foi efetuado de acordo com as medições descritas na Tabela 7.

Tabela 7: Descrição do plano, tipo de critério, localização e nomenclatura na avaliação informatizada da série de modelos tipo 4.

Plano	Tipo Critério	Localização	Nomenclatura
Vestibular-lingual	Posição	Posição externa da linha acabamento Vestibular	PM-V
	Posição	Posição externa da linha acabamento Lingual	PM-L
	Distancia	Largura da linha acabamento vestibular	EM-V
	Distancia	Largura da linha acabamento lingual	EM-L
	Distancia	Espessura na parede axial vestibular no terço cervical	EA-V1
	Distancia	Espessura na parede axial vestibular no terço oclusal	EA-V2
	Distancia	Espessura na parede axial lingual no terço cervical	EA-L1
	Distancia	Espessura na parede axial lingual no terço oclusal	EA-L2
	Angulação	Angulação da parede axial vestibular	AA-V
	Angulação	Angulação da parede axial lingual	AA-L
	Distancia	Espessura na cúspide vestibular	EO-V
	Distancia	Espessura na cúspide lingual	EO-L
	Distancia	Espessura no sulco oclusal	EO-S
	Angulação	Angulação vertente lingual da cúspide vestibular	AV-V
	Angulação	Angulação vertente vestibular da cúspide lingual	AV-L
	Angulação	Angulação da cúspide funcional	CP
Mesial-distal	Posição	Posição externa da linha acabamento Mesial	PM-M
	Posição	Posição externa da linha acabamento Distal	PM-D
	Distancia	Largura da linha acabamento Mesial	EM-M
	Distancia	Largura da linha acabamento distal	EM-D
	Distancia	Espessura na parede axial mesial no terço cervical	EA-M1
	Distancia	Espessura na parede axial mesial no terço oclusal	EA-M2
	Distancia	Espessura na parede axial distal no terço cervical	EA-D1
	Distancia	Espessura na parede axial distal no terço oclusal	EA-D2
	Angulação	Angulação da parede axial mesial	AA-M
	Angulação	Angulação da parede axial distal	AA-D



(A)



(B)

Figura 41: A interface do utilizador do sistema PREPassistent® para a série de modelos tipo 4: corte vestibular-lingual (A) e corte mesial-distal (B). As imagens mostram o emparelhamento dos modelos original-instrutor-aluno e respetivas grelhas de avaliação.

4.1.4. Obtenção dos resultados no sistema PREPassistant® por amostra

Depois de carregada a grelha de avaliação correspondente a cada amostra, é processada a amostra do aluno, sendo obtidos de imediato os resultados. A avaliação de cada amostra é gravada num ficheiro de extensão kpa, que identifica a respetiva amostra. Criamos também um ficheiro HTML com os resultados das medições da avaliação. Estes dados foram depois transcritos para tabelas para posterior tratamento (Anexo 1 - Avaliação Informatizada).

4.1.5. Criação de imagens informatizadas para avaliação visual

As imagens das grelhas de avaliação anteriormente obtidas foram trabalhadas no sentido de retirar os critérios de avaliação. Posteriormente foi criado um ficheiro em HTML, com as imagens nos planos vestibular-lingual e mesial-distal com a sobreposição entre amostra original, instrutor e aluno. Estas imagens obtidas foram depois impressas em papel (Anexo 2 – Avaliação Visual)

4.1.6. Conversão dos resultados da avaliação em nota

Os resultados obtidos da avaliação das amostras pelo sistema PREPassistant® foram posteriormente convertidos em notas, um na escala de 1 a 5 valores e outra na escala de 0 a 20 valores, baseado nas definições da avaliação da FMDUP (Tabela 2).

4.2. Avaliação Manual / Avaliação Visual

As amostras foram submetidas a uma avaliação manual/visual, por 3 diferentes operadores experientes e com dois métodos diferentes, o clássico e o visual informatizado (Figura 42). No método clássico as amostras foram avaliadas na escala de 0 a 20 valores e, no visual informatizado, na escala de 1 a 5 valores.

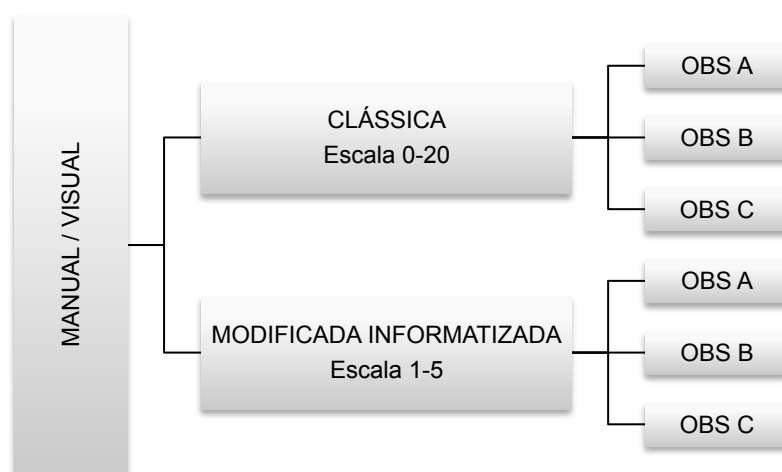


Figura 42: Descrição do tipo de avaliação normal/visual. *Legenda:* OBS – Observador.

4.2.1. Avaliação clássica

A avaliação visual foi realizada subjetivamente, sem a ajuda de aparelhos de medição objetivos. Todos os critérios foram considerados para avaliar as preparações dentárias concluídas.

A avaliação manual as preparações foram visualmente analisadas e classificadas por três examinadores. Este processo foi desenvolvido em duas etapas: primeiro, a preparação foi classificada como aceitável ou inaceitável. Nas preparações classificadas aceitáveis, o examinador especificou se a preparação executada correspondeu a *suficiente* (10 a 12 valores, na escala de 0 a 20 valores), *bom* (13 a 15 valores, na escala de 0 a 20 valores) ou *muito bom* (16 a 20 valores, na escala de 0 a 20 valores). Nas preparações classificadas inaceitáveis, o examinador distinguiu se os erros foram considerados *reversíveis* (9 valores, na escala de 0 a 20 valores) ou *irreversíveis* (8 valores ou inferior, na escala de 0 a 20 valores).

4.2.2. Avaliação visual informatizada

As imagens obtidas nas montagens de avaliação no PREPAssistant® obtidas no item anterior estão identificadas com o número de operador e número da amostra e foram impressas e organizadas por grupos de avaliação.

Cada avaliador recebeu todas as amostras combinadas em diferentes planos com uma grelha com imagem sobrepostas de original-instrutor-aluno como mostra a Figura 43.

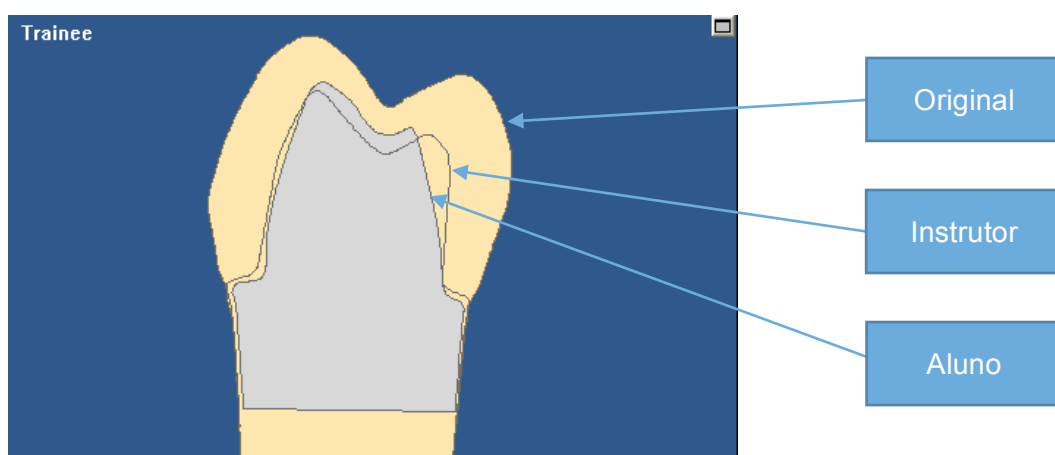


Figura 43: Detalhe da sobreposição de preparações original-instrutor-aluno obtida no PREPAssistant®.

Atendendo à dificuldade de classificação deste tipo de avaliação os parâmetros foram avaliados de 1 a 5.

A cada avaliador foi entregue uma grelha por grupo, com a identificação de cada amostra e os diferentes parâmetros a avaliar conforme (Tabela 2 e Tabela 3)

Os resultados obtidos foram depois processados no sentido de obtenção de uma nota final total e por grupo de parâmetros.

5. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Atendendo à natureza das variáveis, no estudo descritivo os dados foram usadas médias, medianas, máximos e mínimos.

A significância das diferenças entre as distribuições das classificações obtidas pelos diferentes métodos de avaliação e pelos diferentes observadores foi avaliada por recurso à ANOVA de medições repetidas a um factor sempre que as classificações eram registadas na escala 0 a 20 e os pressupostos do método eram verificados. Os pressupostos do método, nomeadamente a distribuição normal das classificações e a esfericidade da matriz de variância-covariância foram avaliados, respectivamente, com o teste de Kolmogorov-Smirnov com correcção de Lilliefors e com o teste M de Box. Para classificações registadas na escala 1 a 5 ou para os casos em que os pressupostos da ANOVA paramétrica não são satisfeitos, a significância das diferenças entre as distribuições das classificações obtidas pelos diferentes métodos de avaliação e pelos diferentes observadores foi avaliada por recurso ao teste não paramétrico ANOVA de Friedman. Sempre que a hipótese nula dos testes anteriores (H_0 : Não existe diferença entre os diferentes métodos/avaliadores) foi rejeitada procedeu-se à comparação múltipla de médias (ANOVA de medições repetidas a um factor) ou médias de ordens (ANOVA de Friedman) para identificar quais os métodos de avaliação/avaliadores diferiam entre si.

A comparação entre os dois métodos de ensino (Método A e Método B) foi avaliada, em cada etapa, pelo teste não paramétrico de Wilcoxon-Mann-Whitney sempre que as classificações eram registadas na escala 1 a 5 e com recurso ao teste *t-Student* para amostras independentes para os casos de classificações registadas na escala 0 a 20.

A análise estatística descritiva e inferencial foi efectuada com o software SPSS (v. 19; SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA) e com a linguagem R (www.r-project.org). Consideraram-se significativos os testes cujo valor p foi inferior ou igual a 5%.

III. RESULTADOS

III. RESULTADOS

1. ANÁLISE DAS AMOSTRAS PELO PREPASSISTANT®

As amostras preparadas pelos alunos foram todas digitalizadas e analisadas com o sistema PREPassistant®. Cada uma foi individualmente analisada com a grelha de avaliação correspondente, tendo sido criado um ficheiro HTML com os resultados da avaliação Informatizada (Anexo 1) e um ficheiro HTML sem a grelha de avaliação para análise pelos observadores com o método visual informatizado (Anexo 2).

2. MEDIÇÕES COM SISTEMA PREPASSISTANT®

Os resultados das medições por parâmetros e por grupo de parâmetros, por aluno e por Modelo, efetuados com o sistema PREPassistant® são apresentados nas Tabela 1 a 7 (Anexo 3) e Tabelas 8 a 12 (Anexo 4), respetivamente.

3. AVALIAÇÃO BASEADA NA CONVERSÃO DAS MEDIÇÕES PREPASSISTANT®

A conversão das medidas do PREPassistant®, por parâmetro, grupo de parâmetros, total objetivos e em nota de 0 a 20 valores são apresentados nas Tabelas 13 a 19 (Anexo 5.1) e Tabelas 20 a 24 (Anexo 5.2), respetivamente. A conversão das medidas, neste sistema, por parâmetro, por grupo de parâmetros, total objetivos e em nota de 1 a 5, são apresentados nas Tabelas 25 a 31 (Anexo 5.3) e Tabelas 32 a 36 (Anexos 5.4).

4. AVALIAÇÃO VISUAL INFORMATIZADA, POR AVALIADOR OBJETIVA

A avaliação visual informatizada, na escala de 1 a 5 valores, por parâmetro e total objetiva pode ser analisada nas Tabelas 37 a 43 (Anexo 5.5), nas Tabelas 49 a 55 (Anexo 5.7) e nas Tabelas 61 a 67 (Anexo 5.9) respetivamente, para cada um dos três observadores.

Do mesmo modo, a avaliação visual informatizada, na escala de 1 a 5 valores, por grupo de parâmetros e total objetiva pode ser analisada nas Tabelas 44 a 48 (Anexo 5.6), nas Tabelas 56 a 60 (Anexo 5.8) e nas Tabelas 68 a 72 (Anexo 5.10) respectivamente, para cada um dos três observadores.

5. AVALIAÇÃO MÉDIA SUBJETIVA PARA PONDERAÇÃO COM O SISTEMA PREPASSISTANT®

Para comparações de resultados, a média de avaliação subjetiva dos 3 observadores, nas escalas de 0 a 20 e de 1 a 5, são apresentadas nas Tabelas 73 a 77 (Anexo 6.1) e nas Tabelas 78 a 82 (Anexo 6.2), respectivamente.

6. AVALIAÇÃO SUBJETIVA, POR AVALIADOR

Os resultados obtidos na avaliação subjetiva por parâmetro e total, na escala de 1 a 5, são apresentados nas Tabelas 83 a 87 (Anexo 6.3), nas Tabelas 88 a 92 (Anexo 6.4) e nas Tabelas 93 a 97 (Anexo 6.5), respectivamente, para os observadores 1 a 3.

7. AVALIAÇÃO TOTAL OBJETIVA, SUBJETIVA E TOTAL FINAL

Os resultados totais, total objetivo, total subjetivo e total final, por parâmetro e por grupo de parâmetros, dos diferentes modelos, no sistema PREPassistant® são apresentadas nas Tabelas 98 a 102 (Anexo 7.1) e nas Tabelas 103 a 107 (Anexo 7.2), respectivamente, na escala de 0 a 20 e na escala de 1 a 5. Os resultados totais, total objetivo, total subjetivo e total final, por parâmetro e por grupo de parâmetros, dos diferentes Modelos e na escala de 1 a 5 são apresentadas nas Tabelas 108 a 112 (Anexo 7.3), nas Tabelas 113 a 117 (Anexo 7.4) e nas Tabelas 118 a 122 (Anexo 7.5), respectivamente para cada um dos três observadores.

8. AVALIAÇÃO CLÁSSICA

Os resultados da avaliação dos diferentes modelos pelo método clássico e pelos 3 avaliadores são apresentados nas Tabelas 123 a 127 (Anexo 8).

9. COMPARAÇÃO ENTRE OBSERVADORES E MÉTODOS DE AVALIAÇÃO

9.1. PREPassistant® versus método Visual Informatizado (VI)

Na Tabela 8 e Tabela 9 obtemos o resumo dos critérios objetivos e subjetivos, por parâmetro e por grupo de parâmetros, de valores médios, mediana, mínimos e máximo, com o sistema PREPassistant® e com o método de avaliação Visual Informatizada para os 3 observadores.

Foram comparadas as classificações, por parâmetro e por grupo de parâmetros, obtidas pelos métodos PREPassistant® e Visual Informatizado (3 observadores). Observaram-se diferenças significativas em todos os casos ($p < 0.001$). À *posteriori* foram realizados testes *post-hoc* para achar as diferenças por parâmetro e grupo de parâmetros. Os resultados por linha de letras diferentes definem grupos que apresentam variação estatisticamente significativa. De notar da análise mais global, de parâmetros por grupos, existe uma diferença estatisticamente significativa entre todos os observadores e com o sistema PREPassistant®.

A Figura 44 pretendem ilustrar as comparações entre o método PREPassistant® e o Visual Informatizado (VI), por 3 observadores. Concluí-se que, tanto para a média obtida para o total dos parâmetros (Figura 44A) como para a média obtida para o grupo de parâmetros (Figura 44B), o PREPassistant® não difere do observador 1 do método VI mas difere dos outros dois observadores. Os 3 observadores do método VI diferem entre si.

Tabela 8: Estatísticas das classificações obtidas pelos métodos PREPassistant® e Visual Informatizado para análise dos parâmetros individuais.

PARÂMETRO	PREPASSISTANT®						VISUAL INFORMATIZADO (VI)												χ² (3)	p
	Observador 1						Observador 2						Observador 3							
	Me.	Méd.	Min.	Máx.	Me.	Méd.	Min.	Máx.	Me.	Méd.	Min.	Máx.	Me.	Méd.	Min.	Máx.				
EC-V	4,00 ^a	4,07	1,00	5,00	4,00 ^b	3,42	1,00	5,00	4,00 ^b	3,37	1,00	5,00	2,00 ^c	2,84	1,00	5,00	118,30	<0,001*		
EC-L	4,00 ^a	3,91	1,00	5,00	3,00 ^b	3,21	1,00	5,00	4,00 ^b	3,23	1,00	5,00	2,00 ^c	2,84	1,00	5,00	117,23	<0,001*		
EC-M	4,00 ^a	3,50	1,00	5,00	3,00 ^b	3,17	1,00	5,00	4,00 ^c	3,48	1,00	5,00	2,00 ^d	2,56	1,00	5,00	79,32	<0,001*		
EC-D	4,00 ^a	3,74	1,00	5,00	3,00 ^b	3,06	1,00	5,00	4,00 ^a	3,35	1,00	5,00	2,00 ^c	2,55	1,00	5,00	106,22	<0,001*		
PC-V	5,00 ^a	4,29	1,00	5,00	4,00 ^b	3,52	1,00	5,00	4,00 ^a	4,03	1,00	5,00	3,50 ^b	3,34	1,00	5,00	156,61	<0,001*		
PC-L	5,00 ^a	4,41	1,00	5,00	4,00 ^b	3,46	1,00	5,00	4,00 ^c	3,99	1,00	5,00	4,00 ^d	3,38	1,00	5,00	175,36	<0,001*		
PC-M	3,00 ^a	3,30	1,00	5,00	2,00 ^b	2,62	1,00	5,00	3,00 ^c	3,27	1,00	5,00	2,00 ^d	2,10	1,00	5,00	202,68	<0,001*		
PC-D	3,00 ^a	3,09	1,00	5,00	3,00 ^b	2,69	1,00	5,00	3,00 ^c	3,28	1,00	5,00	2,00 ^d	2,11	1,00	5,00	161,57	<0,001*		
AA-V	2,00 ^a	2,44	1,00	5,00	4,00 ^b	3,47	1,00	5,00	4,00 ^c	4,18	1,00	5,00	3,00 ^a	2,83	1,00	5,00	261,34	<0,001*		
AA-L	2,00 ^a	2,22	1,00	5,00	4,00 ^b	3,48	1,00	5,00	4,00 ^b	3,96	1,00	5,00	3,00 ^c	2,71	1,00	5,00	260,35	<0,001*		
AA-M	3,00 ^a	2,56	1,00	5,00	4,00 ^b	3,43	1,00	5,00	4,00 ^c	4,01	1,00	5,00	2,00 ^d	2,69	1,00	5,00	188,35	<0,001*		
AA-D	2,00 ^a	2,29	1,00	5,00	3,00 ^b	3,36	1,00	5,00	4,00 ^c	4,06	1,00	5,00	2,50 ^a	2,72	1,00	5,00	221,60	<0,001*		
EA-V	4,00 ^a	3,37	1,00	5,00	4,00 ^b	3,67	1,00	5,00	4,00 ^c	4,10	3,00	5,00	3,00 ^d	2,77	1,00	5,00	187,45	<0,001*		
EA-L	4,00 ^a	3,56	1,00	5,00	4,00 ^a	3,57	1,00	5,00	4,00 ^b	3,87	1,00	5,00	3,00 ^c	2,85	1,00	5,00	117,58	<0,001*		
EA-M	4,00 ^a	3,53	1,00	5,00	4,00 ^a	3,61	1,00	5,00	4,00 ^b	3,97	1,00	5,00	2,00 ^c	2,60	1,00	5,00	186,94	<0,001*		
EA-D	4,00 ^a	3,39	1,00	5,00	3,75 ^b	3,48	2,00	5,00	4,00 ^a	3,95	1,00	5,00	2,00 ^c	2,59	1,00	5,00	195,64	<0,001*		
2I	4,00 ^a	3,52	1,00	5,00	3,00 ^b	3,00	1,00	5,00	4,00 ^a	3,80	2,00	5,00	2,00 ^c	2,20	1,00	5,00	138,61	<0,001*		
EO-V	4,00 ^a	3,66	1,00	5,00	3,00 ^b	3,06	1,00	5,00	4,00 ^a	3,61	2,00	5,00	2,00 ^c	2,31	1,00	5,00	151,67	<0,001*		
EO-L	4,00 ^a	3,59	1,00	5,00	3,00 ^b	3,04	1,00	5,00	4,00 ^a	3,73	1,00	5,00	2,00 ^c	2,24	1,00	5,00	205,42	<0,001*		
EO-S	3,00 ^a	3,18	1,00	5,00	3,00 ^a	3,00	1,00	5,00	4,00 ^b	3,91	1,00	5,00	2,00 ^c	2,55	1,00	5,00	202,61	<0,001*		
AV-V	4,00 ^a	3,73	1,00	5,00	4,00 ^b	3,31	1,00	5,00	4,00 ^a	3,82	1,00	5,00	2,00 ^c	2,65	1,00	5,00	139,51	<0,001*		
AV-L	3,00 ^a	3,14	1,00	5,00	3,00 ^a	3,01	1,00	5,00	4,00 ^c	3,92	1,00	5,00	2,00 ^c	2,33	1,00	5,00	185,17	<0,001*		
CP	3,00 ^a	3,07	1,00	5,00	3,00 ^a	2,83	1,00	5,00	4,00 ^b	3,89	1,00	5,00	2,00 ^c	2,36	1,00	5,00	173,13	<0,001*		
TL	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	-----	-----		
MC	5,00 ^a	4,57	1,00	5,00	3,00 ^b	2,76	1,00	5,00	3,00 ^c	3,05	1,00	5,00	2,00 ^d	2,46	1,00	4,00	272,99	<0,001*		
AX	3,00 ^a	2,85	1,00	5,00	3,00 ^a	2,86	1,00	5,00	3,00 ^c	3,19	1,00	5,00	2,50 ^d	2,58	1,00	5,00	95,34	<0,001*		
OC	3,00 ^a	2,83	1,00	4,00	3,00 ^b	3,20	1,00	5,00	3,00 ^b	3,16	1,00	5,00	3,00 ^a	2,76	1,00	5,00	63,52	<0,001*		
AnA	3,00 ^a	3,08	1,00	5,00	2,00 ^b	2,43	1,00	5,00	3,00 ^c	2,69	1,00	4,00	2,00 ^b	2,34	1,00	4,00	114,23	<0,001*		
TOTAL	3,36 ^a	3,36	2,52	4,09	3,31 ^a	3,30	2,37	4,54	3,87 ^b	3,82	3,87	4,52	2,76 ^c	2,79	1,62	4,22	241,97	<0,001*		

Legenda:

Me. – Mediana; Méd. – Média; Min. – Mínimo; Máx. – Máximo;
 2I – 2ª Inclinação da parede vestibular; AA-D – Angulação Axial-Distal; AA-L – Angulação Axial-Lingual; AA-M – Angulação Axial-Mesial; AA-V – Angulação Axial-Vestibular; AnA – Ângulos Arredondados; AV-L – Angulação Vertentes Lingual da Cúspide Vestibular; AV-V – Angulação Vertentes Vestibular da Cúspide Lingual; AX – Bisel da cúspide funcional; EA-D – Espessura Axial-Distal; EA-L – Espessura Axial-Lingual; EA-M – Espessura Axial-Mesial; EA-V – Espessura Axial-Vestibular; EC-D – Espessura da Margem Cervical Distal; EC-L – Espessura da Margem Cervical Lingual; EC-M – Espessura da Margem Cervical Mesial; EC-V – Espessura da Margem Cervical Vestibular; EO-L – Espessura Oclusal-Cúspide Lingual; EO-S – Espessura Oclusal – Sulco oclusal; EO-V – Espessura Oclusal-Cúspide Vestibular; MC – Margem Cervical; OC – Face Oclusal; PC-D – Posição da margem cervical Distal; PC-L – Posição da margem cervical Lingual; PC-M – Posição da margem cervical Mesial; PC-V – Posição da margem cervical Vestibular; TL – Tipo de Linha de acabamento.

* - Diferenças estatisticamente significativas para $\alpha=0.05$. As distribuições identificadas com letras diferentes são significativamente diferentes de acordo com as comparações múltiplas de médias das ordens para $\alpha=0.05$.

Tabela 9: Estatísticas das classificações obtidas pelos métodos PREPassistant® e Visual Informatizado para análise dos parâmetros em grupo.

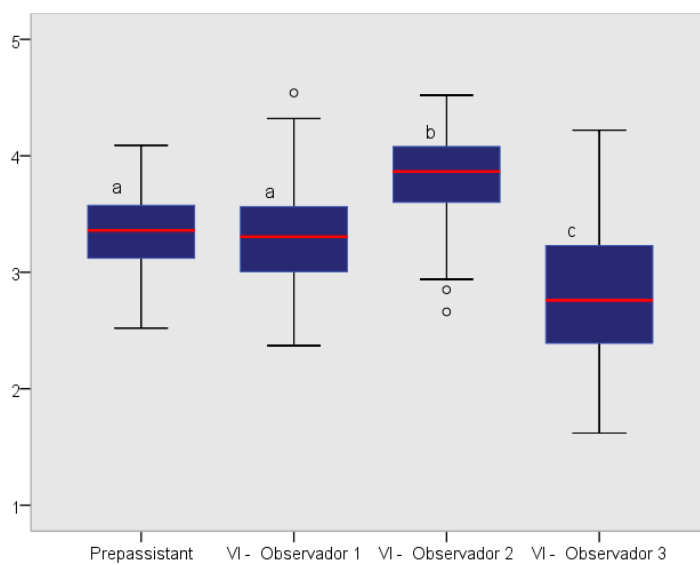
		PREPASSISTANT®				VISUAL INFORMATIZADO (VI)												$\chi^2(3)$	p
						Observador 1				Observador 2				Observador 3					
						Me.	Méd.	Min.	Máx.	Me.	Méd.	Min.	Máx.	Me.	Méd.	Min.	Máx.		
GRUPO	EC	4,00 ^a	3,76	1,00	5,00	3,00 ^a	3,32	1,00	5,00	4,00 ^c	3,49	1,00	5,00	3,00 ^a	2,80	1,00	5,00	133,39	<0,001*
	PC	4,00 ^a	3,82	1,00	5,00	3,00 ^b	3,17	1,00	5,00	4,00 ^c	3,77	1,00	5,00	3,00 ^d	2,83	1,00	5,00	227,79	<0,001*
	AA	2,00 ^a	2,17	1,00	5,00	4,00 ^b	3,55	1,00	5,00	4,00 ^c	4,19	1,00	5,00	3,00 ^d	2,85	2,00	5,00	354,03	<0,001*
	EA	4,00 ^a	3,48	1,00	5,00	4,00 ^b	3,71	1,00	5,00	4,00 ^c	4,11	1,00	5,00	3,00 ^d	2,82	2,00	5,00	280,50	<0,001*
	2I	4,00 ^a	3,52	1,00	5,00	3,00 ^b	3,00	1,00	5,00	4,00 ^a	3,80	1,00	5,00	2,00 ^d	2,20	2,00	5,00	138,61	<0,001*
	EO	3,50 ^a	3,33	1,00	5,00	3,00 ^b	3,06	1,00	5,00	4,00 ^c	3,74	1,00	5,00	2,00 ^d	2,36	1,00	5,00	240,80	<0,001*
	AV	4,00 ^a	3,38	1,00	5,00	3,00 ^b	3,37	1,00	5,00	4,00 ^c	4,13	1,00	5,00	3,00 ^d	2,67	1,00	5,00	203,62	<0,001*
	CP	3,00 ^a	3,07	1,00	5,00	3,00 ^b	2,83	1,00	5,00	4,00 ^c	3,89	1,00	5,00	2,00 ^d	2,36	1,00	5,00	173,12	<0,001*
	TOTAL	3,28 ^a	3,29	2,35	4,16	3,40 ^a	3,37	2,32	4,53	3,93 ^a	3,92	2,83	4,69	2,81 ^a	2,87	1,73	4,37	323,64	<0,001*

Legenda:

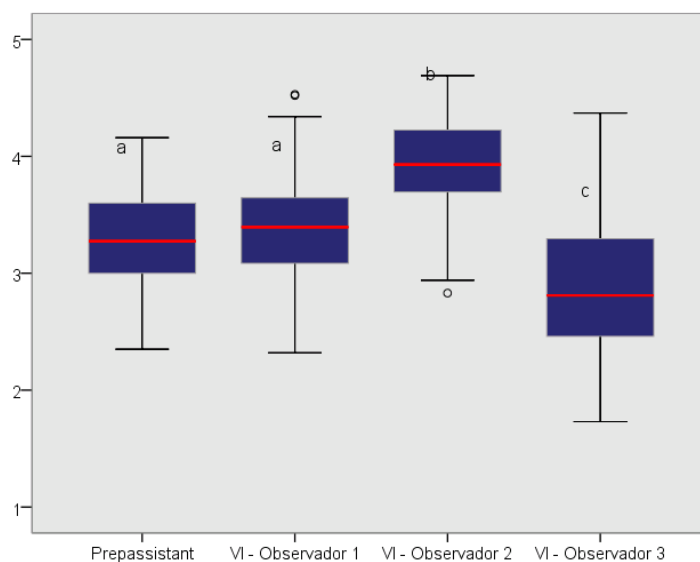
Me. – Mediana; Méd. – Média; Min. – Mínimo; Máx. – Máximo;

2I – 2ª Inclinação da Parede Vestibular; AA – Angulação Axial; AV – Angulação Vertentes; CP – Bisel da Cúspide Funcional; EA – Espessura Axial; EC – Espessura da Margem Cervical; EO – Espessura Oclusal; PC – Posição da Margem Cervical.

* - Diferenças estatisticamente significativas para $\alpha=0.05$. As distribuições identificadas com letras diferentes são significativamente diferentes de acordo com as comparações múltiplas de médias das ordens para $\alpha=0.05$.



(A)



(B)

Figura 44: Distribuição das classificações médias obtidas para o total dos parâmetros (A) e para o grupo de parâmetros (B). As diferenças das distribuições são estatisticamente significativas. As distribuições identificadas com letras diferentes são significativamente diferentes para $\alpha=0.05$ de acordo com as comparações múltiplas de médias das ordens. *Legenda:* VI-Observador 1 – Visual Informatizada-Observador 1; VI-Observador 2 – Visual Informatizada-Observador 2; VI-Observador 3 – Visual Informatizada-Observador 3.

9.2. PREPassistant® versus Método Clássico (C)

Na Tabela 10 comparam-se as classificações médias totais (0-20), obtidas pelos métodos PREPassistant® e o método clássico (C), para os 3 observadores. Observaram-se diferenças significativas em todos os casos – linhas da tabela – ($p < 0.001$). Posteriormente foi realizada a comparação com método *post-hoc* para perceber quais os grupos que diferem (por linha, letras diferentes correspondem a grupos diferentes).

A Figura 45 contém a mesma informação da Tabela 10 e pretende ilustrar as comparações entre o método PREPassistant® e o clássico (VI), para 3 observadores. Conclui-se que o PREPassistant® não difere do observador 1 do método C mas difere dos outros dois observadores. Os 3 observadores do método C diferem entre si.

Tabela 10: Estatísticas das classificações obtidas pelos métodos PREPassistant® e Clássico.

	PREPASSISTANT®				CLÁSSICO												$\chi^2(3)$	p
					Observador 1				Observador 2				Observador 3					
	Me.	Méd.	Min.	Máx.	Me.	Méd.	Min.	Máx.	Me.	Méd.	Min.	Máx.	Me.	Méd.	Min.	Máx.		
Total	12,80 ^a	12,81	9,16	16,00	12,00 ^a	12,14	9,00	15,00	13,00 ^b	13,23	7,00	17,00	9,00 ^c	10,11	7,00	15,00	118,02	<0,001*

Legenda:

Me. – Mediana; Méd. – Média; Min. – Mínimo; Máx. – Máximo.

* - Diferenças estatisticamente significativas para $\alpha=0.05$. As distribuições identificadas com letras diferentes são significativamente diferentes de acordo com as comparações múltiplas de médias das ordens para $\alpha=0.05$.

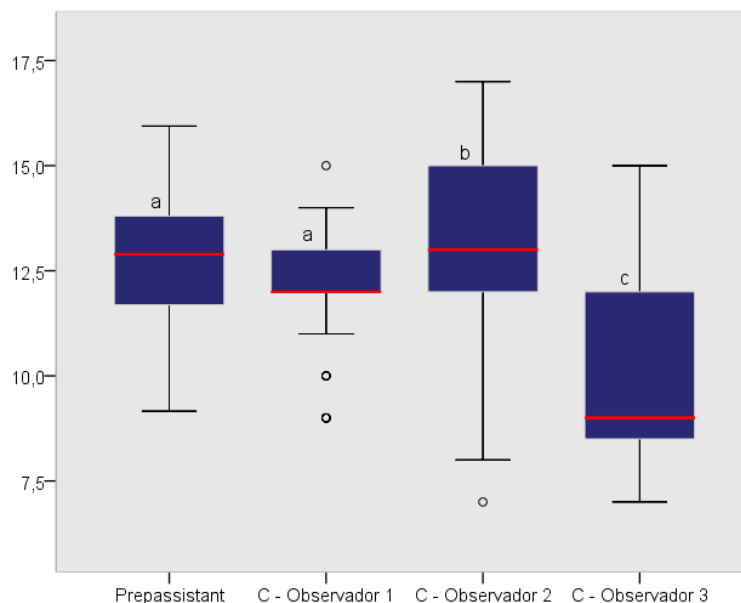


Figura 45: Distribuição das classificações médias obtidas para o total dos parâmetros. As diferenças das distribuições são estatisticamente significativas. As distribuições identificadas com letras diferentes são significativamente diferentes para $\alpha=0.05$ de acordo com as comparações múltiplas de médias das ordens. *Legenda:* C-Observador 1 – Clássica-Observador 1.; C-Observador 2 – Clássica-Observador 2; C-Observador 3 – Clássica-Observador 3.

9.3. Método Visual Informatizado Versus Método Clássico

Na Tabela 11 comparam-se as classificações médias totais (0-20), obtidas pelos métodos Visual Informatizado (VI) e o método clássico (C), para 3 observadores.

Por linha: Comparam-se, para cada método, os 3 observadores. Observaram-se diferenças significativas entre os 3 observadores para os dois métodos ($p<0.001$).

Por coluna: Comparam-se as classificações atribuídas pelos dois métodos pelo mesmo observador. Apenas foram observadas diferenças entre os dois métodos para o observador 1 ($p=0.017$).

Tabela 11: Estatísticas das classificações obtidas pelos métodos Visual Informatizado e Clássico.

Método	Observador 1				Observador 2				Observador 3				$\chi^2(3)$	p
	Me.	Méd.	Min.	Máx.	Me.	Méd.	Min.	Máx.	Me.	Méd.	Min.	Máx.		
CLÁSSICO	12,00 ^a	12,14	9,00	15,00	13,00 ^b	13,23	7,00	17,00	9,00 ^c	10,11	7,00	15,00	167,17 308,49	<0,001* <0,001*
VISUAL INFORMATIZADO	12,36 ^a	11,41	2,48	18,16	14,26 ^b	12,89	3,12	18,08	10,04 ^c	9,59	1,32	16,88		
p	0,017 *				0,999				0,129					

Legenda:

Me. – Mediana; Méd. – Média; Min. – Mínimo; Max. – Máximo.

* - Diferenças estatisticamente significativas para $\alpha=0.05$. As distribuições identificadas com letras diferentes são significativamente diferentes de acordo com as comparações múltiplas de médias das ordens para $\alpha=0.05$.

10. AVALIAÇÃO DO DESVIO DOS MÉTODOS VISUAL INFORMATIZADO E CLÁSSICO RELATIVAMENTE AO MÉTODO DE AVALIAÇÃO PREPASSISTANT®

A Tabela 12 apresenta o desvio médio, mediana, mínimo e máximo entre o método PREPassistant® e cada um dos dois outros métodos de avaliação. Da análise deste resultado conclui-se que o único caso que não se afasta significativamente do método PrepAssistant é o Observador 1 no método Visual Informatizado. A Figura 46 mostra a representação dos resultados, verificando-se que o observador atribui notas inferiores e o observador 3 notas superiores. A Figura 47 é representativa dos desvios médios.

Tabela 12: Estatísticas do desvio relativo (Δ) entre o método PREPassistant® e cada um dos dois outros métodos de avaliação.

	VISUAL INFORMATIZADO			CLÁSSICO		
	Observador 1	Observador 2	Observador 3	Observador 1	Observador 2	Observador 3
Méd.	0,01	-0,14	0,17	0,04	-0,04	0,20
Me.	0,02	-0,12	0,19	0,06	-0,04	0,26
Min	-0,32	-0,51	-0,16	-0,36	-0,53	-0,64
Máx	0,33	0,11	0,38	0,34	0,43	0,49
DP	0,12	0,11	0,12	0,13	0,17	0,21
H0: $\mu=0$	p=0,202	p<0,001*	p<0,001*	p=0,001*	p=0,017*	p=0,001*

Legenda:

Me. – Mediana; Méd. – Média; Min. – Mínimo; Max. – Máximo; DP. – Desvio padrão.

* - Rejeita a hipótese do desvio relativo médio ser igual a zero para $\alpha=0.05$.

$\Delta = \frac{\text{Classificação Prepassistant} - \text{Classificação outro método}}{\text{Classificação Prepassistant}}$ (desvio relativo entre o método PREPassistant e outro método de avaliação).

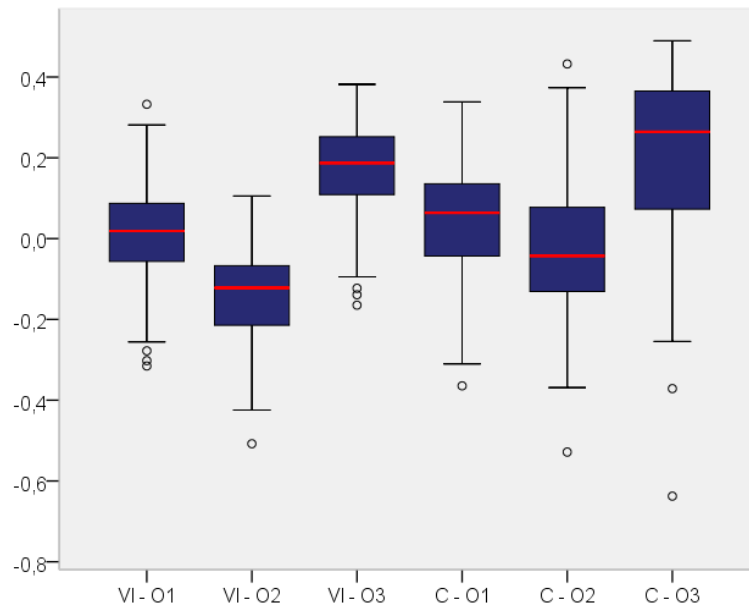


Figura 46: Distribuição das classificações médias obtidas para o total dos parâmetros. As diferenças das distribuições são estatisticamente significativas. As distribuições identificadas com letras diferentes são significativamente diferentes para $\alpha=0.05$ de acordo com as comparações múltiplas de médias das ordens. *Legenda:* VI-O1 – Visual Informatizado-Observador 1; VI-O2 – Visual Informatizado-Observador 2; VI-O3 – Visual Informatizado-Observador 3; C-O1 – Clássica-Observador 1; C-O2 – Clássica-Observador 2; C-O3 – Clássica-Observador 3.

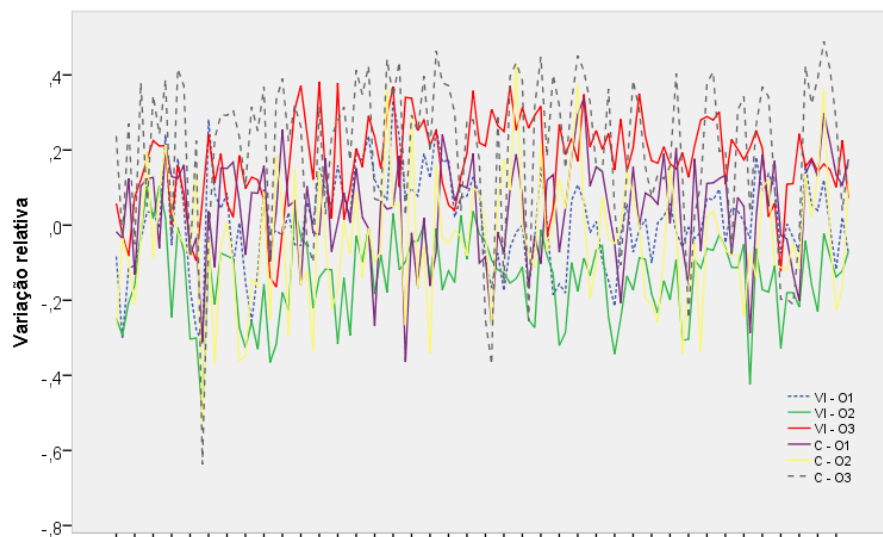


Figura 47: Variação do desvio relativo (Δ) entre o método PREPassistant® e cada um dos outros dois métodos de avaliação. *Legenda:* VI-O1 – Visual Informatizado-Observador 1; VI-O2 – Visual Informatizado-Observador 2; VI-O3 – Visual Informatizado-Observador 3; C-O1 – Clássica-Observador 1; C-O2 – Clássica-Observador 2; C-O3 – Clássica-Observador 3.

11. ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA APRENDIZAGEM (BASEADA NO MÉTODO PREPASSISTANT®)

Nas Tabelas 13, 14, 15 e 16 são apresentados os resumos com valor médio, mediana, mínimo, máximo e o valor de p entre o grupo A e B, por parâmetro, por grupo de parâmetros, por etapa de execução e por grupo. As etapas estão definidas correspondem à ordem da preparação dos diferentes modelos em cada grupo de alunos. Na etapa 1 estão agrupados os modelos A1 do grupo A e B1 do grupo B. Na etapa 2 e 3 está agrupado o resultado dos modelos A2+A4 do grupo A e o modelo B2 do grupo B. Na etapa 3 está agrupado o resultado dos modelos A3+A5 do grupo A e o modelo B3 do grupo B. Nas etapas 6, 7 e 8 estão agrupados os modelos A6, A7 e A8 do grupo A e B6, B7 e os modelos B6, B7 e B8 do grupo B.

Da análise por parâmetro podemos verificar existem diferenças estatisticamente significativas entre o grupo A e B:

- Etapa 1, no parâmetro espessura cervical lingual (EC-L).
- Etapa 2, nos parâmetros angulação axial lingual (AA-L), distal (AA-D), espessura axial vestibular (EA-V), lingual (EA-L), mesial (EA-M), distal (EA-D), espessura oclusal vestibular (EO-V), lingual (EO-L), angulação da vertente vestibular da cúspide lingual (AV-L) e angulação da vertente lingual da cúspide vestibular (AV-V).
- Etapa 3, nos parâmetros angulação axial distal (AA-D), espessura axial vestibular (EA-V), lingual (EA-L), mesial (EA-M), distal (EA-D) e bisel da cúspide funcional (CP).
- Etapa 6, nos parâmetros posição cervical mesial e segunda inclinação da parede vestibular.
- Etapa 7, no parâmetro posição cervical vestibular (PC-V).
- Etapa 8, nos parâmetros posição cervical vestibular (PC-V) e mesial (PC-M).

Da análise da Tabela 16, por grupo de parâmetros e relativamente à análise de diferenças estatisticamente significativas entre o grupo A e B, podemos verificar que:

- Etapa 1, não existem diferenças entre os grupos.
- Etapa 2, nos parâmetros angulação axial, espessura da parede axial (AA), espessura da face oclusal (EO) e angulação das vertentes (AV).
- Etapa 3, nos parâmetros angulação axial, espessura da parede axial (AA) e espessura da face oclusal (EO).
- Etapa 6, no parâmetro da 2ª inclinação da parede vestibular.
- Etapa 7 e 8, não existem diferenças entre os grupos.

Na Tabela 16 são apresentadas as tabelas resumo com valor médio, mediana, mínimo, máximo e o valor de p entre o grupo A e B, por grupo total de parâmetros e por grupos de parâmetros, por etapa de execução e nas escalas de 1 a 5 e de 0 a 20. Desta tabela concluímos que existem diferenças estatisticamente significativas entre os grupos A e B na etapa 2 e 3.

Nas Figuras 48 a 54 podemos verificar, em gráfico, a evolução entre as diferentes etapas.

Tabela 13: Estatísticas das classificações de cada parâmetro (EC-V, EC-L, EC-M, EC-D, PC-V, PC-M, PC-L, PC-D, AA-V, AA-L) por etapa.

Parâmetro		GRUPO A				GRUPO B				p
		Me.	Méd	Mín	Máx	Me.	Méd	Mín	Máx	
EC-V	Etapa 1	5,00	4,53	2,00	5,00	5,00	4,53	3,00	5,00	0,797
	Etapa 2	4,00	3,93	1,00	5,00	4,00	3,40	1,00	5,00	0,333
	Etapa 3	4,00	3,73	1,00	5,00	3,00	3,00	1,00	5,00	0,192
	Etapa 6	5,00	4,33	2,00	5,00	4,00	4,20	3,00	5,00	0,470
	Etapa 7	4,00	4,27	2,00	5,00	4,00	4,33	3,00	5,00	0,981
	Etapa 8	4,00	4,00	2,00	5,00	5,00	4,53	3,00	5,00	0,188
EC-L	Etapa 1	4,00	4,00	3,00	5,00	5,00	4,53	1,00	5,00	0,016*
	Etapa 2	4,00	3,80	3,00	5,00	4,00	3,33	1,00	5,00	0,480
	Etapa 3	3,00	3,33	1,00	5,00	3,00	3,13	1,00	5,00	0,545
	Etapa 6	4,00	3,93	2,00	5,00	5,00	4,00	1,00	5,00	0,546
	Etapa 7	5,00	4,13	1,00	5,00	4,00	4,33	3,00	5,00	0,909
	Etapa 8	4,00	3,93	1,00	5,00	5,00	4,46	1,00	5,00	0,125
EC-M	Etapa 1	4,00	3,93	2,00	5,00	3,00	3,46	1,00	5,00	0,302
	Etapa 2	4,00	3,66	1,00	5,00	4,00	3,33	1,00	5,00	0,914
	Etapa 3	4,00	3,46	1,00	5,00	2,00	2,53	1,00	5,00	0,146
	Etapa 6	4,00	3,40	1,00	5,00	3,00	3,40	2,00	5,00	0,679
	Etapa 7	4,00	3,46	1,00	5,00	4,00	3,80	3,00	5,00	0,681
	Etapa 8	4,00	3,66	1,00	5,00	4,00	3,86	2,00	5,00	0,845
EC-D	Etapa 1	4,00	4,00	2,00	5,00	3,00	3,33	2,00	5,00	0,078
	Etapa 2	4,00	3,60	1,00	5,00	4,00	3,20	1,00	5,00	0,512
	Etapa 3	5,00	4,00	1,00	5,00	3,00	3,20	1,00	5,00	0,207
	Etapa 6	4,00	4,00	1,00	5,00	4,00	3,86	2,00	5,00	0,676
	Etapa 7	4,00	3,93	2,00	5,00	4,00	4,13	3,00	5,00	0,757
	Etapa 8	4,00	3,80	2,00	5,00	4,00	3,80	2,00	5,00	0,948
PC-V	Etapa 1	5,00	4,26	2,00	5,00	5,00	4,66	4,00	5,00	0,480
	Etapa 2	5,00	4,06	2,00	5,00	5,00	3,86	1,00	5,00	0,855
	Etapa 3	4,00	3,73	1,00	5,00	5,00	3,93	1,00	5,00	0,475
	Etapa 6	5,00	4,40	3,00	5,00	5,00	4,66	3,00	5,00	0,291
	Etapa 7	5,00	4,20	2,00	5,00	5,00	4,86	4,00	5,00	0,065*
	Etapa 8	4,00	4,13	3,00	5,00	5,00	4,66	3,00	5,00	0,035*
PC-M	Etapa 1	5,00	4,40	2,00	5,00	5,00	4,73	4,00	5,00	0,354
	Etapa 2	5,00	3,93	2,00	5,00	5,00	3,93	1,00	5,00	1,000
	Etapa 3	5,00	3,86	1,00	5,00	5,00	4,00	1,00	5,00	0,869
	Etapa 6	5,00	4,53	3,00	5,00	5,00	4,93	4,00	5,00	0,034*
	Etapa 7	5,00	4,40	2,00	5,00	5,00	4,86	4,00	5,00	0,091
	Etapa 8	4,00	4,26	3,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,001*
PC-L	Etapa 1	3,00	2,73	1,00	4,00	3,00	2,93	1,00	5,00	0,789
	Etapa 2	4,00	3,53	1,00	5,00	5,00	4,00	1,00	5,00	0,420
	Etapa 3	5,00	3,40	1,00	5,00	5,00	3,73	1,00	5,00	0,767
	Etapa 6	3,00	3,46	2,00	5,00	4,00	3,60	2,00	5,00	0,747
	Etapa 7	3,00	3,26	1,00	5,00	3,00	3,40	2,00	5,00	0,759
	Etapa 8	3,00	3,26	2,00	5,00	3,00	2,93	1,00	4,00	0,569
PC-D	Etapa 1	2,00	2,06	1,00	4,00	2,00	2,66	1,00	5,00	0,269
	Etapa 2	4,00	3,40	1,00	5,00	4,00	3,46	1,00	5,00	1,000
	Etapa 3	5,00	3,73	1,00	5,00	5,00	4,00	1,00	5,00	0,926
	Etapa 6	3,00	2,46	1,00	4,00	3,00	2,86	1,00	5,00	0,455
	Etapa 7	3,00	3,13	1,00	5,00	3,00	3,20	1,00	5,00	0,914
	Etapa 8	3,00	2,86	1,00	5,00	3,00	3,26	1,00	5,00	0,252
AA-V	Etapa 1	1,00	2,00	1,00	5,00	1,00	1,86	1,00	5,00	0,869
	Etapa 2	3,00	3,20	1,00	5,00	2,00	2,46	1,00	4,00	0,111
	Etapa 3	3,00	3,13	1,00	5,00	2,00	2,40	1,00	4,00	0,072
	Etapa 6	3,00	2,53	1,00	5,00	3,00	2,60	1,00	5,00	0,897
	Etapa 7	2,00	2,33	1,00	5,00	3,00	2,33	1,00	4,00	1,000
	Etapa 8	2,00	2,13	1,00	4,00	2,00	2,26	1,00	5,00	0,912
AA-L	Etapa 1	1,00	1,86	1,00	5,00	2,00	2,20	1,00	5,00	0,531
	Etapa 2	3,00	2,86	1,00	5,00	1,00	1,73	1,00	3,00	0,033*
	Etapa 3	2,00	2,53	1,00	5,00	1,00	1,93	1,00	5,00	0,171
	Etapa 6	1,00	1,60	1,00	3,00	2,00	1,93	1,00	5,00	0,341
	Etapa 7	3,00	3,00	1,00	5,00	3,00	2,73	1,00	4,00	0,594
	Etapa 8	2,00	2,20	1,00	5,00	1,00	2,00	1,00	5,00	0,688

Legenda:

Me. – Mediana; Méd. – Média; Mín. – Mínimo; Máx. – Máximo;

AA-L – Angulação Axial-Lingual; AA-V – Angulação Axial-Vestibular; EC-D – Espessura da Margem Cervical Distal; EC-L – Espessura da Margem Cervical Lingual; EC-M – Espessura da Margem Cervical Mesial; EC-V – Espessura da Margem Cervical Vestibular; PC-D – Posição da margem cervical Distal; PC-L – Posição da margem cervical Lingual; PC-M – Posição da margem cervical Mesial; PC-V – Posição da margem cervical Vestibular.

* - Diferenças estatisticamente significativas entre os grupos A e B para $\alpha=0.05$.

Tabela 14: Estatísticas das classificações de cada parâmetro (AA-M, AA-D, EA-V, EA-L, EA-M, EA-D, 2I, EO-D, EO-L) por etapa.

Parâmetro		GRUPO A				GRUPO B				p
		Me.	Méd	Min	Máx	Me.	Méd	Min	Máx	
AA-M	Etapa 1	3,00	2,93	1,00	5,00	2,00	2,46	1,00	5,00	0,296
	Etapa 2	3,00	3,00	1,00	5,00	2,00	2,13	1,00	4,00	0,068
	Etapa 3	3,00	3,00	2,00	4,00	3,00	2,40	1,00	5,00	0,171
	Etapa 6	3,00	2,53	1,00	5,00	1,00	2,13	1,00	5,00	0,407
	Etapa 7	3,00	2,60	1,00	5,00	3,00	2,60	1,00	4,00	0,662
	Etapa 8	3,00	2,73	1,00	5,00	3,00	2,20	1,00	4,00	0,269
AA-D	Etapa 1	2,00	2,13	1,00	4,00	2,00	2,13	1,00	4,00	1,000
	Etapa 2	4,00	3,80	1,00	5,00	2,00	2,46	1,00	5,00	0,017*
	Etapa 3	4,00	3,53	1,00	5,00	1,00	1,86	1,00	5,00	0,002*
	Etapa 6	1,00	2,00	1,00	5,00	2,00	2,13	1,00	5,00	0,683
	Etapa 7	1,00	1,73	1,00	5,00	1,00	1,80	1,00	4,00	0,940
	Etapa 8	2,00	2,00	1,00	5,00	1,00	1,86	1,00	3,00	0,840
EA-V	Etapa 1	4,00	3,73	1,00	5,00	3,00	2,80	1,00	5,00	0,095
	Etapa 2	5,00	4,53	1,00	5,00	4,00	3,00	1,00	5,00	0,001*
	Etapa 3	5,00	4,60	3,00	5,00	3,00	2,60	1,00	5,00	<0,001*
	Etapa 6	3,00	3,00	1,00	5,00	3,00	3,26	1,00	5,00	0,750
	Etapa 7	3,00	3,20	1,00	5,00	3,00	2,93	1,00	5,00	0,671
	Etapa 8	3,00	3,26	1,00	5,00	4,00	3,53	1,00	5,00	0,518
EA-L	Etapa 1	4,00	3,53	1,00	5,00	4,00	3,26	1,00	5,00	0,589
	Etapa 2	5,00	4,40	1,00	5,00	3,00	2,80	1,00	5,00	0,024*
	Etapa 3	5,00	4,33	3,00	5,00	1,00	2,33	1,00	5,00	0,003*
	Etapa 6	4,00	3,40	1,00	5,00	4,00	3,60	1,00	5,00	0,747
	Etapa 7	4,00	3,66	1,00	5,00	4,00	4,20	1,00	5,00	0,490
	Etapa 8	4,00	3,40	1,00	5,00	4,00	3,80	1,00	5,00	0,365
EA-M	Etapa 1	4,00	3,60	1,00	5,00	4,00	3,40	1,00	5,00	0,780
	Etapa 2	5,00	4,20	1,00	5,00	4,00	2,66	1,00	5,00	0,024*
	Etapa 3	4,00	3,53	1,00	5,00	1,00	1,86	1,00	5,00	0,005*
	Etapa 6	4,00	3,46	1,00	5,00	4,00	3,66	1,00	5,00	0,712
	Etapa 7	4,00	3,93	1,00	5,00	5,00	4,40	1,00	5,00	0,172
	Etapa 8	4,00	4,00	1,00	5,00	4,00	3,66	1,00	5,00	0,743
EA-D	Etapa 1	4,00	3,86	2,00	5,00	3,00	3,13	1,00	4,00	0,130
	Etapa 2	5,00	3,93	1,00	5,00	1,00	2,46	1,00	5,00	0,029*
	Etapa 3	4,00	3,93	1,00	5,00	2,00	2,13	1,00	5,00	<0,001*
	Etapa 6	3,00	3,20	1,00	5,00	3,00	3,06	1,00	5,00	0,813
	Etapa 7	4,00	3,40	1,00	5,00	4,00	3,86	1,00	4,00	0,399
	Etapa 8	4,00	3,60	1,00	5,00	4,00	4,13	1,00	3,00	0,154
2I	Etapa 1	5,00	4,00	1,00	5,00	3,00	3,26	1,00	5,00	0,061
	Etapa 2	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Etapa 3	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Etapa 6	4,00	4,00	3,00	5,00	3,00	3,06	1,00	5,00	0,030*
	Etapa 7	4,00	3,40	1,00	5,00	3,00	3,46	1,00	5,00	0,880
	Etapa 8	4,00	3,46	1,00	5,00	4,00	3,46	1,00	5,00	0,880
EO-D	Etapa 1	4,00	3,40	1,00	5,00	4,00	3,40	1,00	5,00	0,914
	Etapa 2	5,00	4,66	2,00	5,00	4,00	3,33	1,00	5,00	0,003*
	Etapa 3	5,00	4,00	1,00	5,00	4,00	3,73	1,00	5,00	0,346
	Etapa 6	5,00	3,60	1,00	5,00	4,00	3,26	1,00	5,00	0,289
	Etapa 7	4,00	3,60	1,00	5,00	4,00	3,20	1,00	5,00	0,429
	Etapa 8	5,00	4,20	1,00	5,00	4,00	3,46	1,00	5,00	0,149
EO-L	Etapa 1	4,00	3,53	1,00	5,00	4,00	3,46	1,00	5,00	1,000
	Etapa 2	5,00	4,40	1,00	5,00	1,00	2,66	1,00	5,00	0,031*
	Etapa 3	4,00	3,80	1,00	5,00	3,00	2,66	1,00	5,00	0,047
	Etapa 6	4,00	3,60	1,00	5,00	4,00	3,66	1,00	5,00	0,861
	Etapa 7	4,00	3,66	1,00	5,00	4,00	3,86	1,00	5,00	0,845
	Etapa 8	5,00	4,20	1,00	5,00	4,00	3,53	1,00	5,00	0,139

Legenda:

Me. – Mediana; Méd. – Média; Min. – Mínimo; Max. – Máximo;

2I – 2ª Inclinação da parede vestibular; AA-D – Angulação Axial-Distal; AA-M – Angulação Axial-Mesial; EA-D – Espessura Axial-Distal; EA-L – Espessura Axial-Lingual; EA-M – Espessura Axial-Mesial; EA-V – Espessura Axial-Vestibular; EO-D – Espessura Oclusal- Cúspide Distal; EO-L – Espessura Oclusal- Cúspide Lingual.

* - Diferenças estatisticamente significativas entre os grupos A e B para $\alpha=0.05$.

Tabela 15: Estatísticas das classificações de cada parâmetro (EO-S, AV-V, AV-L, CP, TL, MC, AX, OC, AA) por etapa.

Parâmetro		GRUPO A				GRUPO B				p
		Me.	Méd	Mín	Máx	Me.	Méd	Mín	Máx	
EO-S	Etapa 1	3,00	3,00	2,00	5,00	3,00	2,66	1,00	5,00	0,525
	Etapa 2	4,00	3,80	2,00	5,00	2,00	2,80	1,00	5,00	0,103
	Etapa 3	3,00	3,00	1,00	5,00	4,00	3,73	1,00	5,00	0,109
	Etapa 6	3,00	3,40	2,00	5,00	3,00	2,80	1,00	5,00	0,216
	Etapa 7	3,00	2,93	1,00	5,00	3,00	2,80	1,00	5,00	0,798
	Etapa 8	4,00	3,60	2,00	5,00	4,00	3,66	2,00	5,00	0,894
AV-V	Etapa 1	3,00	3,00	1,00	5,00	4,00	3,46	1,00	5,00	0,383
	Etapa 2	5,00	4,60	3,00	5,00	4,00	3,73	1,00	5,00	0,031*
	Etapa 3	4,00	3,93	1,00	5,00	4,00	4,00	1,00	5,00	0,894
	Etapa 6	4,00	3,60	1,00	5,00	4,00	3,93	1,00	5,00	0,338
	Etapa 7	4,00	3,53	1,00	5,00	4,00	3,80	1,00	5,00	0,478
	Etapa 8	4,00	3,80	1,00	5,00	4,00	3,40	1,00	5,00	0,411
AV-L	Etapa 1	2,00	2,53	1,00	5,00	4,00	3,06	1,00	5,00	0,337
	Etapa 2	4,00	4,06	2,00	5,00	3,00	3,13	1,00	5,00	0,070*
	Etapa 3	4,00	3,86	1,00	5,00	4,00	3,73	1,00	5,00	1,000
	Etapa 6	2,00	2,53	1,00	5,00	3,00	3,06	1,00	5,00	0,380
	Etapa 7	3,00	2,93	1,00	5,00	3,00	2,60	1,00	5,00	0,578
	Etapa 8	4,00	3,33	1,00	5,00	3,00	2,80	1,00	5,00	0,383
CP	Etapa 1	2,00	2,53	2,00	5,00	3,00	2,86	1,00	4,00	0,605
	Etapa 2	4,00	4,00	1,00	5,00	4,00	3,33	1,00	5,00	0,196
	Etapa 3	5,00	4,06	1,00	5,00	4,00	3,06	1,00	5,00	0,053*
	Etapa 6	3,00	2,60	1,00	5,00	1,00	2,13	1,00	5,00	0,375
	Etapa 7	1,00	2,20	1,00	5,00	4,00	3,26	1,00	4,00	0,078
	Etapa 8	3,00	2,80	1,00	5,00	5,00	3,93	1,00	3,00	0,054
TL	Etapa 1	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	--
	Etapa 2	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	--
	Etapa 3	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	--
	Etapa 6	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	--
	Etapa 7	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	--
	Etapa 8	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	--
MC	Etapa 1	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	--
	Etapa 2	2,00	2,53	1,00	4,00	2,00	2,20	1,00	3,00	0,253
	Etapa 3	3,00	3,20	1,00	5,00	3,00	2,73	1,00	4,00	0,262
	Etapa 6	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	--
	Etapa 7	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	--
	Etapa 8	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	--
AX	Etapa 1	2,00	2,33	1,00	4,00	3,00	2,80	1,00	4,00	0,105
	Etapa 2	3,00	2,93	2,00	4,00	2,00	2,33	1,00	3,00	0,093
	Etapa 3	3,00	3,26	2,00	5,00	3,00	3,06	2,00	4,00	0,582
	Etapa 6	3,00	2,80	2,00	4,00	3,00	2,46	1,00	4,00	0,373
	Etapa 7	3,00	3,00	2,00	4,00	2,00	2,66	2,00	4,00	0,231
	Etapa 8	3,00	3,26	2,00	5,00	3,00	2,93	1,00	4,00	0,392
OC	Etapa 1	2,00	2,33	1,00	4,00	2,00	2,40	1,00	4,00	0,687
	Etapa 2	3,00	2,86	2,00	4,00	3,00	2,93	2,00	4,00	0,774
	Etapa 3	3,00	2,93	1,00	4,00	3,00	3,00	1,00	5,00	0,930
	Etapa 6	3,00	2,86	2,00	4,00	3,00	2,66	2,00	4,00	0,316
	Etapa 7	3,00	2,93	2,00	4,00	3,00	3,06	2,00	4,00	0,550
	Etapa 8	3,00	3,33	2,00	4,00	3,00	3,00	1,00	4,00	0,399
AA	Etapa 1	3,00	2,66	2,00	4,00	3,00	2,86	2,00	4,00	0,521
	Etapa 2	3,00	2,60	2,00	4,00	2,00	2,06	1,00	4,00	0,063
	Etapa 3	3,00	2,60	2,00	4,00	2,00	2,60	1,00	4,00	0,982
	Etapa 6	3,00	2,93	2,00	4,00	3,00	3,00	2,00	4,00	0,798
	Etapa 7	3,00	3,26	2,00	5,00	2,00	3,13	2,00	5,00	0,709
	Etapa 8	3,00	3,46	3,00	4,00	4,00	3,33	2,00	4,00	0,853

Legenda:

Me. – Mediana; Méd. – Média; Min. – Mínimo; Max. – Máximo;

AA – Angulação Axial; AA-D – Angulação Axial-Distal; AA-L – Angulação Axial-Lingual; AA-V – Angulação Axial-Vestibular; AX – Parede Axial; CP – Bisel da cúspide funcional; EO-S – Espessura Oclusal – Sulco oclusal ;MC – Margem Cervical; OC – Face Oclusal; TL – Tipo de Linha de acabamento* - Diferenças estatisticamente significativas entre os grupos A e B para $\alpha=0.05$.

Tabela 16: Estatísticas das classificações médias de cada grupo de parâmetros por etapa.

Grupo de parâmetros		GRUPO A				GRUPO B				p
		Me.	Méd	Mín	Máx	Me.	Méd	Mín	Máx	
EC	Etapa 1	4,00	4,00	2,00	5,00	4,00	3,80	2,00	5,00	0,472
	Etapa 2	4,00	3,73	2,00	5,00	4,00	3,13	1,00	5,00	0,314
	Etapa 3	4,00	3,66	1,00	5,00	2,00	2,73	1,00	5,00	0,070
	Etapa 6	4,00	3,93	2,00	5,00	4,00	3,73	2,00	5,00	0,459
	Etapa 7	4,00	4,06	2,00	5,00	4,00	4,20	3,00	5,00	0,944
	Etapa 8	4,00	3,86	2,00	5,00	4,00	4,26	3,00	5,00	0,198
PC	Etapa 1	3,00	3,40	2,00	5,00	3,00	3,66	2,00	5,00	0,500
	Etapa 2	4,00	3,80	2,00	5,00	5,00	3,86	1,00	5,00	0,772
	Etapa 3	5,00	3,66	1,00	5,00	5,00	4,00	1,00	5,00	0,612
	Etapa 6	4,00	3,73	2,00	5,00	4,00	4,00	3,00	5,00	0,378
	Etapa 7	4,00	3,80	2,00	5,00	4,00	4,13	3,00	5,00	0,316
	Etapa 8	3,00	3,66	3,00	5,00	4,00	4,06	4,00	5,00	0,054
AA	Etapa 1	2,00	1,73	1,00	3,00	2,00	1,93	1,00	3,00	0,440
	Etapa 2	3,00	3,33	1,00	5,00	2,00	2,06	1,00	3,00	0,005*
	Etapa 3	3,00	3,06	1,00	4,00	2,00	2,00	1,00	4,00	0,006*
	Etapa 6	2,00	1,93	1,00	4,00	2,00	2,00	2,00	4,00	0,842
	Etapa 7	2,00	2,26	1,00	4,00	2,00	2,06	2,00	4,00	0,557
	Etapa 8	2,00	1,93	1,00	3,00	2,00	1,73	2,00	3,00	0,549
EA	Etapa 1	4,00	3,66	2,00	4,00	3,00	3,40	2,00	5,00	0,178
	Etapa 2	5,00	4,40	1,00	5,00	3,00	2,40	1,00	5,00	0,000*
	Etapa 3	4,00	4,06	1,00	5,00	2,00	2,13	1,00	5,00	0,000*
	Etapa 6	4,00	3,40	1,00	4,00	4,00	3,40	2,00	4,00	0,808
	Etapa 7	4,00	3,53	1,00	5,00	4,00	4,06	3,00	5,00	0,164
	Etapa 8	4,00	3,53	1,00	5,00	4,00	3,80	2,00	5,00	0,385
2I	Etapa 1	5,00	4,00	1,00	5,00	3,00	3,26	1,00	5,00	0,061
	Etapa 2	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Etapa 3	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Etapa 6	4,00	4,00	3,00	5,00	3,00	3,06	1,00	5,00	0,030*
	Etapa 7	4,00	3,40	1,00	5,00	3,00	3,46	1,00	5,00	0,880
	Etapa 8	4,00	3,46	1,00	5,00	4,00	3,46	1,00	5,00	0,880
EO	Etapa 1	3,00	23,13	1,00	4,00	3,00	2,86	2,00	4,00	0,393
	Etapa 2	5,00	4,40	2,00	5,00	3,00	2,66	1,00	5,00	0,002*
	Etapa 3	4,00	3,66	2,00	5,00	4,00	3,06	1,00	4,00	0,233
	Etapa 6	4,00	3,33	1,00	5,00	3,00	3,13	1,00	5,00	0,731
	Etapa 7	3,00	3,33	1,00	5,00	3,00	2,93	1,00	5,00	0,280
	Etapa 8	4,00	4,00	1,00	5,00	4,00	3,40	1,00	5,00	0,114
AV	Etapa 1	3,00	2,86	1,00	5,00	4,00	3,13	1,00	5,00	0,547
	Etapa 2	4,00	4,26	3,00	5,00	3,00	3,53	1,00	5,00	0,049*
	Etapa 3	4,00	4,00	1,00	5,00	4,00	3,93	1,00	5,00	0,768
	Etapa 6	3,00	2,86	1,00	5,00	4,00	3,20	1,00	5,00	0,478
	Etapa 7	3,00	3,26	1,00	5,00	3,00	3,13	1,00	5,00	0,798
	Etapa 8	4,00	3,40	1,00	5,00	3,00	2,93	1,00	5,00	0,373
CP	Etapa 1	2,00	2,53	1,00	5,00	3,00	2,86	1,00	5,00	0,605
	Etapa 2	4,00	4,00	1,00	5,00	4,00	3,33	1,00	5,00	0,196
	Etapa 3	5,00	4,06	1,00	5,00	4,00	3,06	1,00	5,00	0,053
	Etapa 6	3,00	2,60	1,00	5,00	1,00	2,13	1,00	5,00	0,375
	Etapa 7	1,00	2,20	1,00	5,00	4,00	3,26	1,00	5,00	0,078
	Etapa 8	3,00	2,80	1,00	5,00	5,00	3,93	1,00	5,00	0,054

Legenda:

Me. – Mediana; Méd. – Média; Mín. – Mínimo; Máx. – Máximo;

2I – 2ª Inclinação da parede vestibular; AA – Angulação Axial; AV – Angulação Vertentes; CP – Bisel da cúspide funcional; EA – Espessura Axial; EC – Espessura da Margem Cervical; EO – Espessura Oclusal; PC – Posição da margem cervical.

* - Diferenças estatisticamente significativas entre os grupos A e B para $\alpha=0.05$.

Tabela 17: Estatísticas das classificações médias por etapa.

			GRUPO A				GRUPO B				p
			Me.	Méd	Min	Máx	Me.	Méd	Min	Máx	
GRUPO DE PARÂMETROS	1-5	Etapa 1	2.85	2.90	2.47	3.39	2.93	2.93	2.41	3.61	0.693
		Etapa 2	2.89	2.94	2.24	3.54	2.36	2.20	1.00	3.02	0.000*
		Etapa 3	2.90	2.76	1.55	3.25	2.10	2.15	0.94	3.10	0.007*
		Etapa 6	2.90	2.99	2.55	3.55	2.92	2.95	2.50	3.52	1,000
		Etapa 7	3.17	3.10	2.32	3.76	3.26	3.21	2.51	3.81	0.361
		Etapa 8	3.11	3.11	2.61	3.60	3.29	3.19	2.21	3.87	0.467
	0-20	Etapa 1	10.75	11.14	9.65	13.34	11.21	11.35	9.26	13.84	0.663
		Etapa 2	11.10	11.15	8.41	13.38	8.95	7.92	1.73	12.21	0.001*
		Etapa 3	10.81	10.54	4.99	12.62	8.09	7.80	1.52	11.73	0.003*
		Etapa 6	10.98	11.27	9.68	13.17	11.31	11.25	8.77	13.69	0.902
		Etapa 7	12.31	11.74	7.72	14.71	12.61	12.24	9.05	14.61	0.216
		Etapa 8	12.19	11.94	9.16	14.05	12.64	12.03	7.35	14.95	0.678
TOTAL DE PARÂMETROS	1-5	Etapa 1	2.95	3.01	2.60	3.48	2.99	3.01	2.67	3.58	0.835
		Etapa 2	3.27	3.25	2.58	3.75	2.82	2.65	1.57	3.54	0.001*
		Etapa 3	3.11	3.10	2.10	3.56	2.57	2.59	1.50	3.42	0.007*
		Etapa 6	3.03	3.04	2.69	3.41	3.14	3.04	2.59	3.51	0.884
		Etapa 7	3.16	3.11	2.39	3.76	3.29	3.26	2.73	3.74	0.164
		Etapa 8	3.23	3.18	2.80	3.65	3.32	3.25	2.38	3.79	0.395
	0-20	Etapa 1	11.18	11.42	9.92	13.40	11.54	11.53	9.99	14.05	0.806
		Etapa 2	12.57	12.61	10.01	14.71	10.50	9.82	4.37	13.57	0.000*
		Etapa 3	12.14	12.10	7.59	13.99	9.86	9.57	4.12	13.15	0.002*
		Etapa 6	11.30	11.52	9.95	13.22	11.85	11.52	9.35	13.61	0.870
		Etapa 7	12.34	11.90	8.44	14.72	12.63	12.47	9.80	14.64	0.173
		Etapa 8	12.19	12.17	10.01	14.04	12.73	12.39	8.72	14.87	0.566

Legenda:

Me. – Mediana; Méd. – Média; Min. – Mínimo; Max. – Máximo.

* - Diferenças estatisticamente significativas entre os grupos A e B para $\alpha=0.05$.

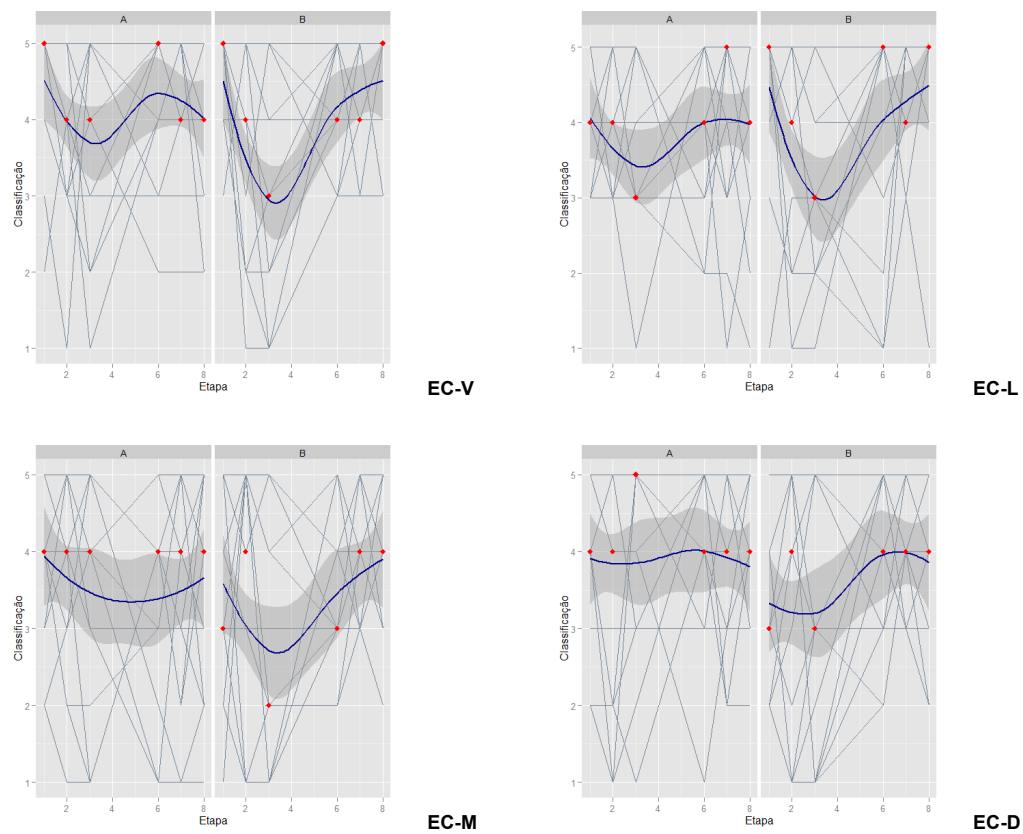


Figura 48: Evolução da aprendizagem avaliada em cada parâmetro e por grupo de estudo. *Legenda:* EC-V – Espessura da Margem Cervical -Vestibular; EC-L – Espessura da Margem Cervical-Lingual; EC-M - Espessura da Margem Cervical-Mesial; EC-D - Espessura da Margem Cervical-Distal.

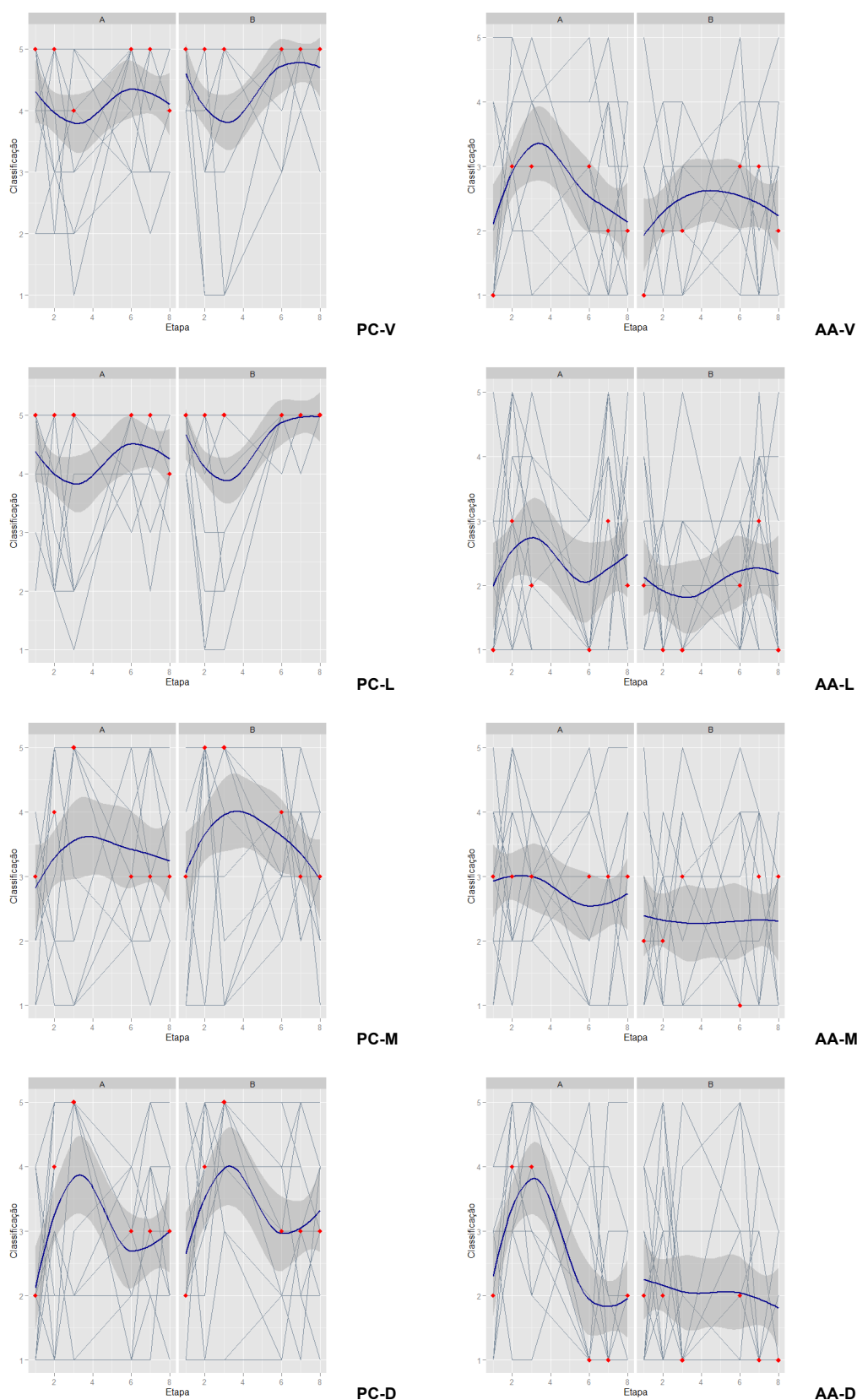


Figura 49: Evolução da aprendizagem avaliada em cada parâmetro e por grupo de estudo. *Legenda:* AA-D – Angulação Axial-Distal; AA-L – Angulação Axial-Lingual; AA-M – Angulação Axial-Mesial; AA-V – Angulação Axial-Vestibular; PC-D – Posição da margem cervical Distal; PC-L – Posição da margem cervical Lingual; PC-M – Posição da margem cervical Mesial; PC-V - Posição da margem cervical Vestibular.

RESULTADOS

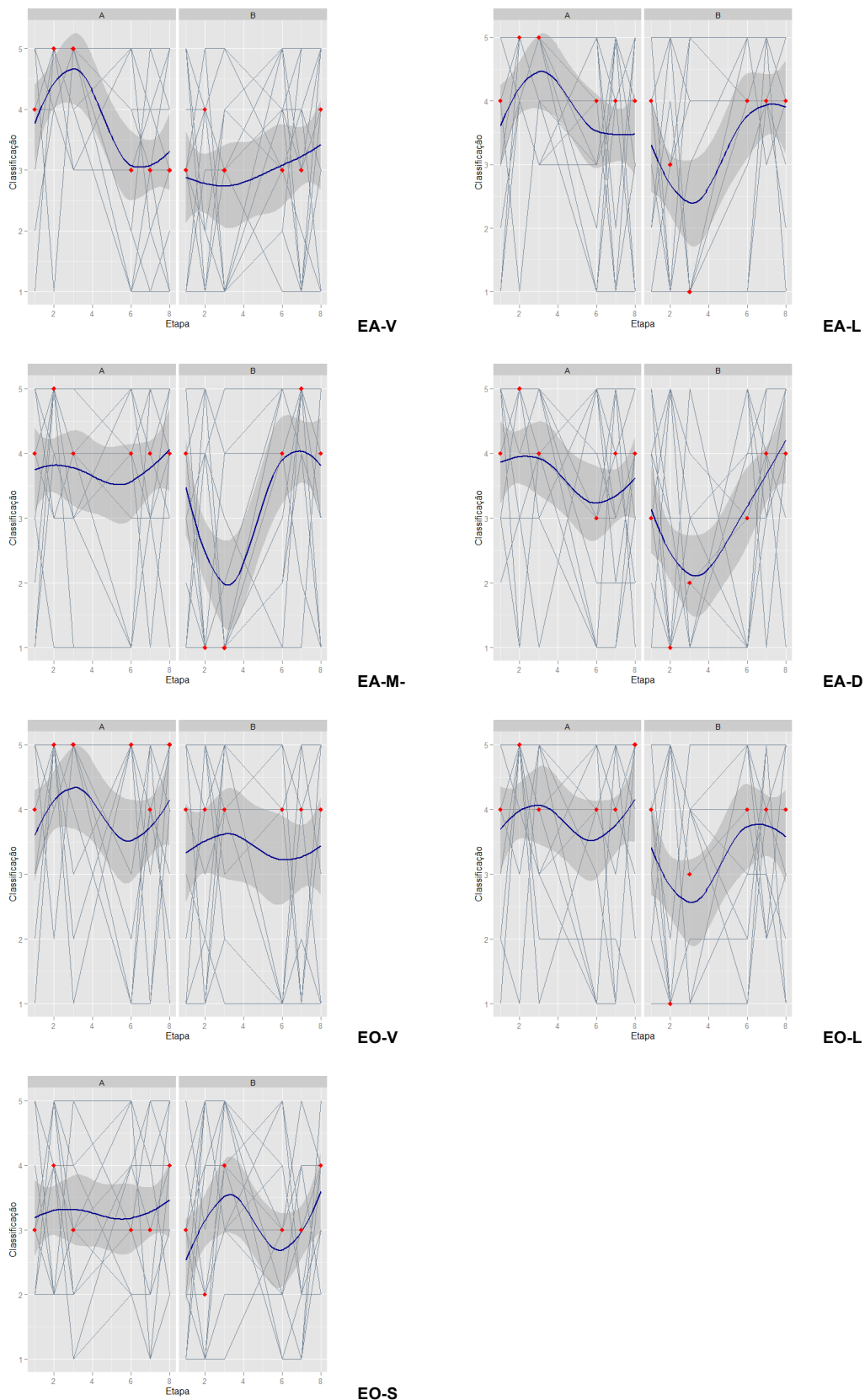


Figura 50: Evolução da aprendizagem avaliada em cada parâmetro e por grupo de estudo. *Legenda:* EA-D – Espessura Axial-Distal; EA-L – Espessura Axial-Lingual; EA-M – Espessura Axial-Mesial; EA-V – Espessura Axial-Vestibular; EO-L – Espessura Oclusal- Cúspide Lingual; EO-S – Espessura Oclusal – Sulco oclusal; EO-V – Espessura Oclusal- Cúspide Vestibular.

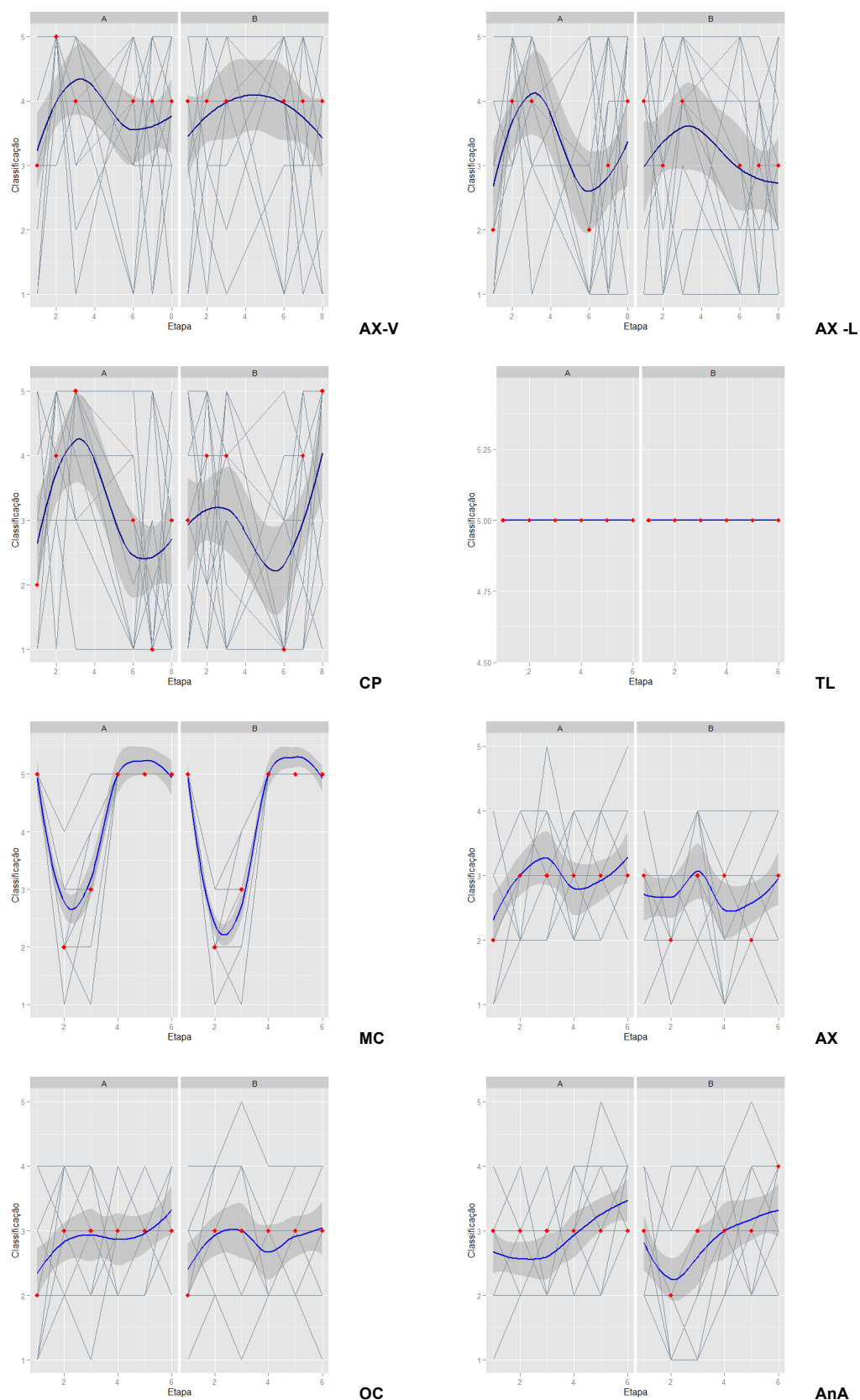


Figura 51: Evolução da aprendizagem avaliada em cada parâmetro e por grupo de estudo. *Legenda:* AnA – Ângulos Arredondados; AV-L – Angulação Vertentes Lingual da Cúspide Vestibular; AV-V – Angulação Vertentes Vestibular da Cúspide Lingual; AX – Parede Axial; CP – Bisel da cúspide funcional; MC – Margem Cervical; OC – Face Oclusal; TL – Tipo de Linha de acabamento.

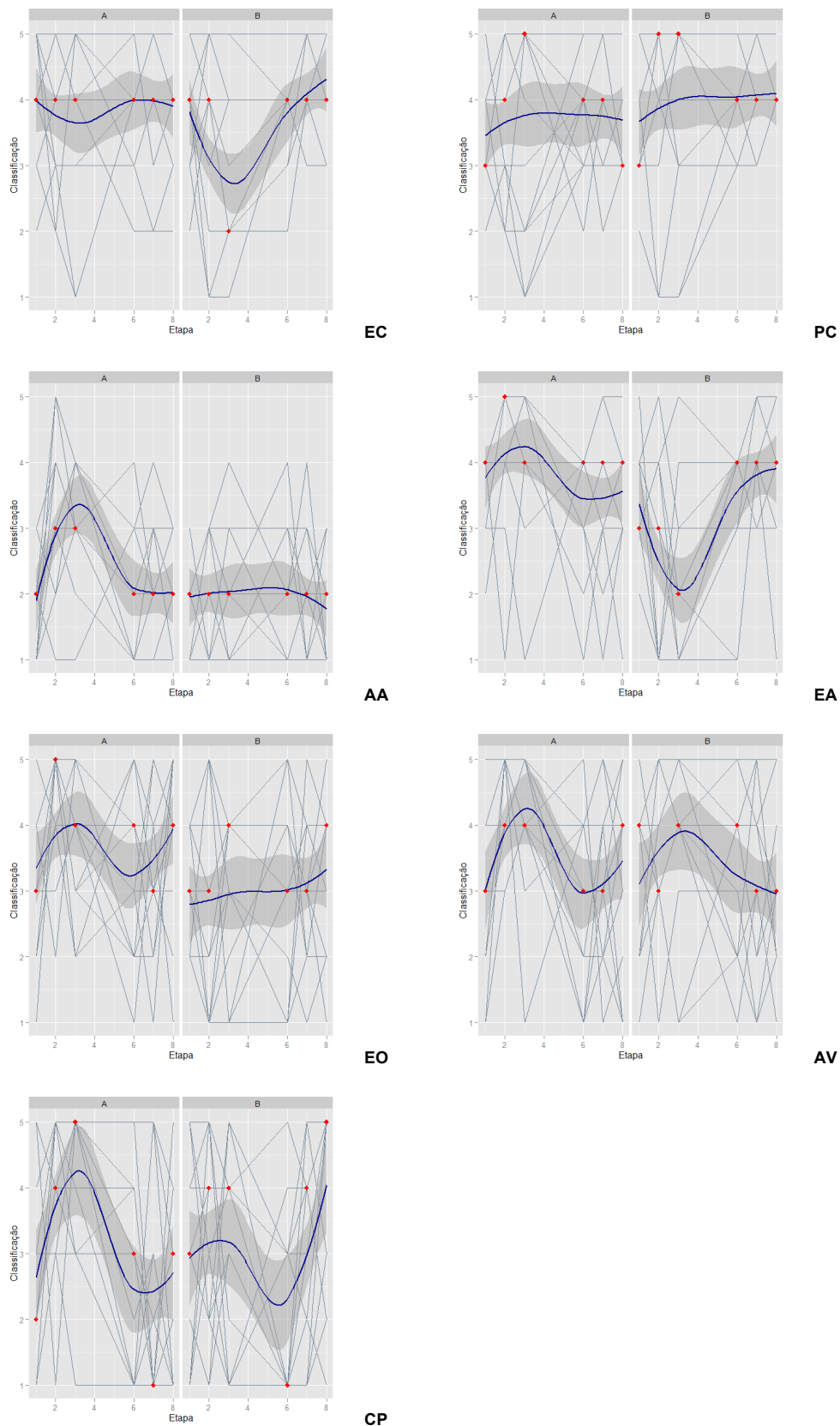
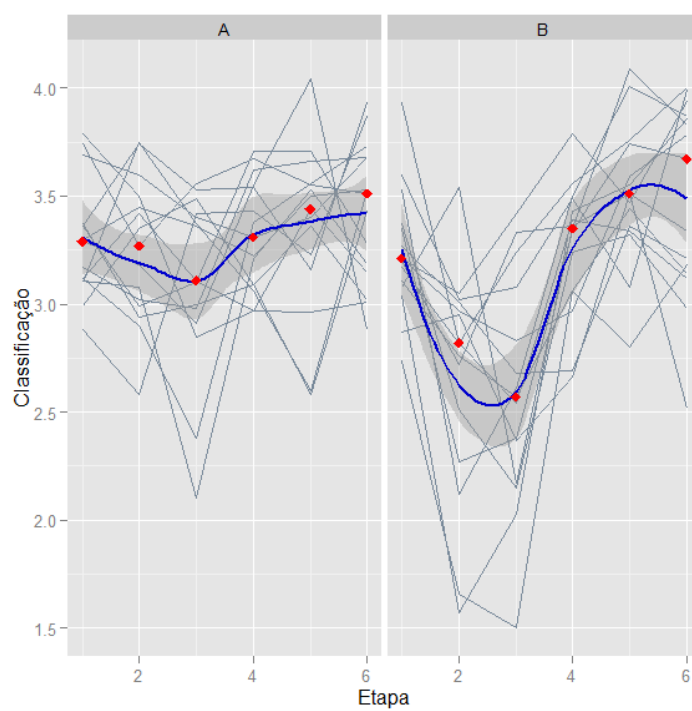
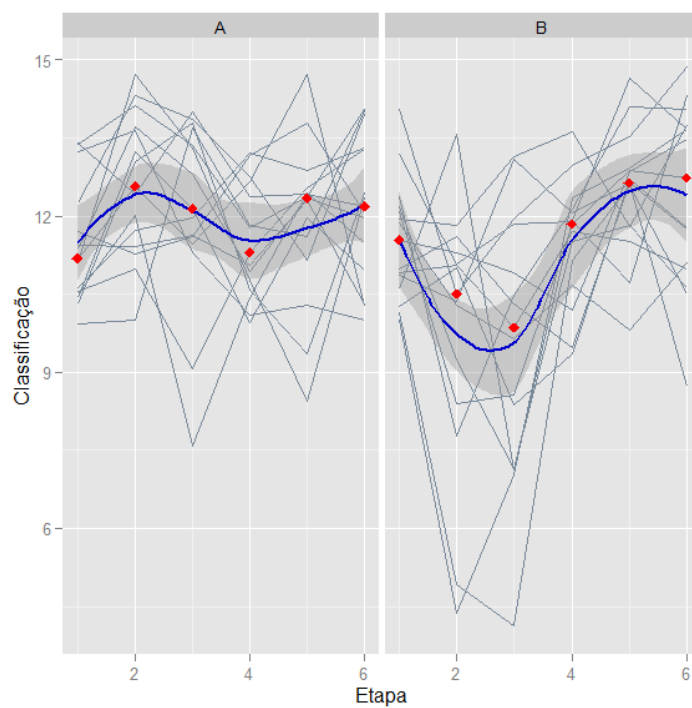


Figura 52: Evolução da aprendizagem avaliada em cada grupo parâmetro e por grupo de estudo. *Legenda:* AA – Angulação Axial; AV – Angulação Vertentes; CP – Bisel da cúspide funcional; EA – Espessura Axial; EC – Espessura da Margem Cervical; EO – Espessura Oclusal; PC – Posição da margem cervical.



CLASSIFICAÇÕES ENTRE 1 - 5



CLASSIFICAÇÕES ENTRE 0 - 20

Figura 53: Evolução da aprendizagem avaliada com base na média do total dos parâmetros e por grupo de estudo.

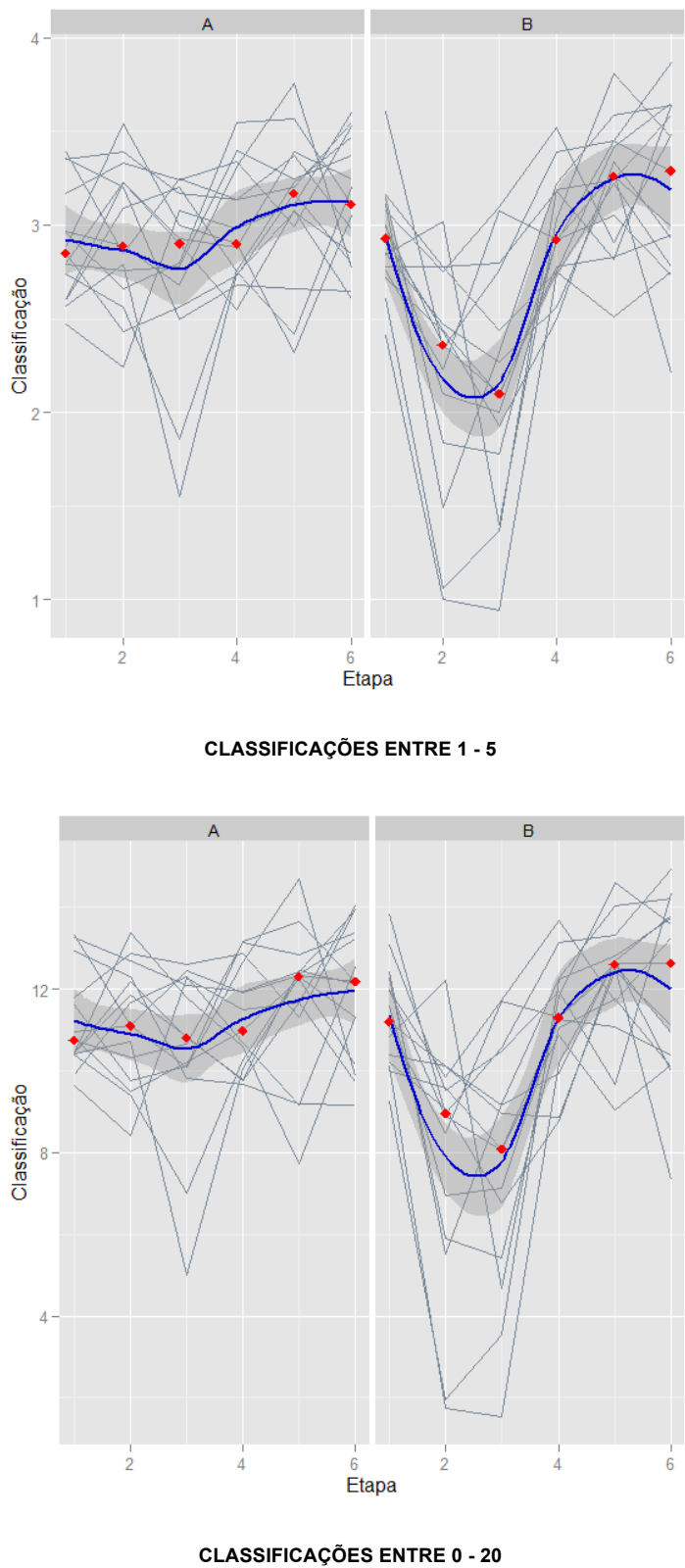


Figura 54: Evolução da aprendizagem avaliada com base na média dos grupos de parâmetros e por grupo de estudo.

IV. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

IV. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os Modelos criados no âmbito da presente investigação são compatíveis com os Modelos simuladores dentários da KaVo e com o sistema de avaliação KaVo PREPassistant®. Os alunos que participaram neste estudo, realizaram todas as preparações com o modelo de investigação colocado no simulador da KaVo.

1. CALIBRAÇÃO DA AVALIAÇÃO COM O SISTEMA PREPASSISTANT®

O princípio básico de funcionamento do sistema PREPassistant® é a calibração entre o modelo original e o modelo instrutor.

Diversos autores fazem referência ao problema da preparação do instrutor, isto porque é habitualmente realizada manualmente, não sendo possível, desta forma, duas preparações iguais. Paralelamente, existe o problema associado ao ponto de início da preparação dentária na margem de acabamento cervical, uma vez que, duas preparações com diferentes inícios na margem, vão ter forma e geometrias finais diferentes. De igual modo, o sistema de referenciação do eixo de inserção, quer no sentido V-L como no sentido M-D, permite criar na preparação, uma geometria final, padronizada e calibrada, do desgaste e conicidade da parede axial.

Na perspetiva de contornar este problema, o modelo instrutor foi desenhado em CAD, baseado no sistema de referenciação da marcação da margem externa da linha de acabamento cervical e da marcação vertical do eixo de inserção no sentido V-L e M-D. O desenho da preparação instrutor em CAD permitiu obter uma preparação final referenciada e calibrada, permitindo consequentemente, a reprodutibilidade por impressão em esteriolitografia. Deste modo, foi eliminado um fator básico de erros, previamente referenciado por outros autores.¹⁶¹

Para eliminar a reflexão das amostras, que gera dificuldades de leitura no scanner 3D, as preparações foram previamente pulverizadas com Optispray da CEREC®. De referir que diversos autores não atribuem alterações na digitalização, sendo assim desprezável o erro introduzido com este procedimento.

O sistema possui também um posicionador, funcionando como gabari, instrumento que permite a reprodutibilidade do procedimento pelo mesmo operador e entre operadores diferentes.

No passo de calibração do sistema de software, torna-se necessário a calibração prévia no sistema referencial. Este passo é fundamental para que a amostra se posicione corretamente nos 3 eixos com os planos do sistema. Após correção da orientação das leituras em 3D, é possível o processamento das imagens pelo software - digitalizações do modelo original e modelo do instrutor. O encontro de posições para a sobreposição das duas amostras é realizado pela técnica *best fit* da área não preparada, ou seja, pela sobreposição da nuvem de pontos coincidente. Deste modo, foi possível realinhar as amostras. Com este procedimento, é possível obter uma combinação fixa entre amostra original-instrutor que nos permite criar a grelha de avaliação. Este procedimento foi realizado para os 4 modelos de amostras.

Simultaneamente, foi montada e bloqueada a grelha de avaliação nos diferentes planos, garantindo igual procedimento no processamento das amostras.

Com a grelha de avaliação fixa por grupo, são chamadas as amostras dos alunos no grupo correspondente, sendo as amostras dos alunos alinhadas com a grelha de combinação Original-Instrutor pelo mesmo método de *best fit*. Deste modo, foi obtido um sistema calibrado e que permite reprodutibilidade de avaliação entre a amostra original, do instrutor e do aluno.

2. EVOLUÇÃO DA APRENDIZAGEM

Ao critério de linha de acabamento foi atribuída a nota máxima e fixa, porque o ICR que condiciona este parâmetro foi fornecido a todos os operadores e manteve-se constante ao longo do estudo.

O acabamento da preparação dentária foi realizado com ICRs de grão fino montados em turbina. Importa referir que as velocidades recomendadas para este tipo de ICR apenas são compatíveis com contra ângulos multiplicadores ou contra ângulos com cabeças tipo FG acoplados a micromotores. Deste modo, os resultados do acabamento da preparação dentária devem ser analisados com algumas limitações.

Durante o estudo não foi fornecido o modelo antagónico aos operadores, o que aumenta a dificuldade associada ao controlo da espessura de desgaste na face oclusal. Assim, os resultados da face oclusal devem ser analisados considerando essa limitação.

No estudo da influência dos modelos de aprendizagem, a análise foi efetuada por etapas, correspondendo a etapa 1, no grupo A, ao Modelo 1 e, no grupo B, ao Modelo A1. No grupo A os parâmetros dos Modelos 2 e 3, foram agrupadas no Modelo 5, para que fossem semelhantes aos parâmetros do Modelo 3 do grupo B. Assim, nas etapas 2 e 3, o Modelo 5 do grupo A foi comparado com o Modelo 3 do grupo B que são semelhantes na avaliação dos parâmetros.

Nas etapas 6, 7 e 8, foram analisados os Modelos A6, A7 e A8 do grupo A e B6, B7 e B8 do grupo B.

Na análise da fase diagnóstica, de valores totais por parâmetro e por grupo de parâmetros, correspondente ao Modelo 1 e 1A, no grupo A e B, respetivamente, verifica-se que os valores não apresentam variações estatisticamente significativas, com a exceção do parâmetro da espessura da margem cervical em lingual que apresenta melhores resultados no grupo B.

Os resultados na fase de treino, correspondente às etapas 6, 7 e 8, são semelhantes nas etapas 6 e 7 e ligeiramente inferiores na etapa 8 no grupo B quando comparado com o grupo A. Estes resultados devem ser interpretados tendo em consideração a fadiga apresentada pelos operadores, uma vez que todas as amostras foram realizadas no mesmo dia. Por outro lado, a análise dos resultados deve considerar que os operadores no grupo A realizaram 8 Modelos, enquanto no grupo B foram preparados apenas 6 Modelos. Da análise da evolução por parâmetros verificamos:

1. Na fase diagnóstica, da análise por parâmetro e por grupo, os dois grupos não apresentam diferenças estatisticamente significativas, com exceção do parâmetro espessura cervical lingual (EC-L).
2. Na fase aprendizagem (etapa 2), nos parâmetros de angulação axial distal (AA-D), na espessura de desgaste axial vestibular (EA-V), lingual (EA-L), mesial (EA-M) e distal (EA-D), espessura de desgaste da cúspide vestibular (EO-V) e lingual (EO-L), na angulação da vertente vestibular (AV-V) e lingual (EA-L), os grupo A e B apresentam diferenças estatisticamente significativas, sendo significativamente melhores no grupo A. Na etapa 3, nos parâmetros de angulação axial lingual (AA-L) e distal (AA-D), na espessura de desgaste axial vestibular (EA-V), lingual (EA-L), mesial (EA-M) e distal (EA-D) e bisel da cúspide funcional (CP), os grupos A e B apresentam diferenças estatisticamente significativas, sendo significativamente superiores no grupo A.
3. Na fase de treino, na etapa 6, que corresponde à execução do modelo A6 e B6, existem diferenças estatisticamente significativas nos parâmetros posição cervical mesial (PC-M) e 2ª inclinação vestibular (2I), entre os grupos A e B, em que o primeiro apresenta melhores resultados .

4. Na etapa 7 apenas existe diferença estatisticamente significativa no parâmetro de posição cervical vestibular (PC-V), entre grupos A e B, sendo os resultados, no grupo B, significativamente melhores.

5. Na etapa 8 existe diferença estatisticamente significativa nos parâmetros de posição cervical vestibular (PC-V) e posição cervical mesial (PC-M), entre grupos A e B. Simultaneamente, os resultados do grupo B são significativamente melhores.

Da análise da evolução por parâmetro, por etapas, o grupo A e B apresentam diferenças estatisticamente significativas na fase de aprendizagem, na etapa 2, para os parâmetros de angulação axial (AA), espessura axial (EA), espessura oclusal (EO) e angulação das vertentes (EA) e na etapa 3 para parâmetros de angulação axial (AA), espessura axial (EA). Em todos os casos, o melhor resultado foi obtido com o grupo A.

Nas etapas 6, 7 e 8 não existem diferenças estatisticamente significativas à exceção do parâmetro de 2ª inclinação na etapa 6, com melhor resultado no grupo A.

Da análise de valor médio por total de parâmetros ou total de grupo de parâmetros, quer pelo sistema de avaliação 0 a 20 como pelo de 1 a 5, apenas existem diferenças estatisticamente significativas nas etapas 2 e 3, com melhores resultados no grupo A.

Desta análise foi possível verificar que os modelos são eficazes na fase de aprendizagem (etapas 2 e 3). Relativamente aos modelos idealizados, as diferenças são ao nível da aprendizagem na angulação axial (AA), da espessura axial (EA), no desgaste oclusal (EO) e no bisel da cúspide funcional (CP). O desgaste oclusal é explicável pela existência de sulcos de desgaste oclusais no Modelo 3, que contribui de forma significativa na melhoria dos resultados. Esses sulcos são recomendáveis por autores e com resultados também claramente demonstráveis. Estes resultados estão de acordo com estudos de outros autores que recomendam execução e sulcos de marcação de profundidade como método de controle de desgaste.

Os resultados obtidos permitiram verificar que o treino constituiu um fator fundamental para a aprendizagem na realização de preparações dentárias. A principal explicação para a situação em se obtêm piores resultados da etapa 6 à 8, é a fadiga dos operadores. Neste sentido, seria importante realizar estudos que investigassem a influência deste parâmetro ao longo destes processos. Estes resultados estão de acordo com dados da literatura acerca do ensino com modelos de aprendizagem.¹⁶²

Uma das limitações do estudo prende-se com o tipo de material dos modelos, que não consegue simular as características físicas de estruturas do dente como o esmalte e a

dentina. O material utilizado também apresenta uma cor mais branca que o dente natural, o que dificulta a preparação.

Outros aspetos não considerados foram critérios clínicos como o estado dente, aspetos funcionais, a orientação do dente, a retenção da preparação, a oclusão e a ansiedade do paciente. Reis *et al.*¹⁶³ realizaram estudos no sentido dessa análise concluindo interferir de forma significativa nos resultados.

A importância do tempo necessário para a realização da preparação dentária ideal, sua relação com a técnica utilizada e com o tempo despendido pelo professor com o aluno, podem ser investigados no futuro com outro tipo de modelos. A importância desses fatores foram já investigados por outros autores, inclusive com meios informatizados

3. AVALIAÇÃO COM O SISTEMA PREPASSISTANT®, CLÁSSICA E VISUAL INFORMATIZADA

A avaliação clássica foi realizada pelos 3 observadores seguindo os pressupostos da avaliação clássica na Unidade Curricular de Prótese Fixa da FMDUP, sendo atribuída uma nota na escala de 0 a 20 valores. Nas avaliações por parâmetros, a seleção, limites e intervalos de nota definidos, foram realizados tendo em conta a bibliografia científica e o estipulado pelos docentes da Unidade Curricular de Prótese Fixa.

A avaliação visual informatizada foi realizada pelos mesmos observadores, numa escala de 1 a 5, pela dificuldade do rigor da avaliação de cada parâmetro. Cada observador obteve informação prévia acerca dos limites de avaliação de cada parâmetro. De salientar que, sem auxílio, o olho humano apresenta um poder de resolução de cerca de 0.2mm.¹⁶⁴⁻¹⁶⁶ Por outras palavras, significa que a maioria das pessoas que analise dois pontos contíguos, mais próximos do que 0.2mm, verá apenas 1 ponto. Este facto ganha relevância na avaliação do rigor de alguns parâmetros das preparações dentárias que inclui essa ordem de grandeza

No sistema PREPassistant®, para cada um dos parâmetros investigados, foram obtidas medições que foram posteriormente convertidas em duas grelhas de avaliação, uma na escala de 0 a 20 e outra na escala de 1 a 5. Estas duas grelhas foram criadas pretendendo uma melhor análise comparativa entre os diferentes métodos de avaliação, contudo limita a capacidade de análise estatística na escala de 1 a 5.

A avaliação dos parâmetros da margem de acabamento cervical (posição, espessura, tipo e acabamento da linha) com a da parede axial (angulação, espessura e acabamento da parede axial) correspondem a 70% da avaliação total, sendo a importância desses parâmetros comprovada por serem os aspectos mais publicados.

Os resultados obtidos por grupo para a angulação da parede axial corresponderam, no grupo de modelos tipo 1, a um valor médio de 17,06°, no sentido mesio-distal (M-D), e de 17,36°, no sentido vestibulo-lingual (V-L); no grupo de modelos 2, foi obtido o valor médio de 12,4°, no sentido M-D, e de 10,36°, no sentido V-L; e no grupo de modelos 4, verificou-se uma média de 16,54°, no sentido M-D, e de 16,34°, no sentido V-L. Estes resultados permitem-nos concluir que, com o modelo 2, os resultados são superiores.

Os valores de conicidade encontrados no presente estudo são maiores, quer no sentido mesio-distal (M-D) como no sentido vestibulo-lingual (V-L), do que aqueles recomendados na literatura, que variam entre 2° a 6°. ^{54,167-169} O grau de conicidade preconizado como ideal é derivado de um trabalho teórico-laboratorial desenvolvido por Jorgensen em 1955, que demonstrou, experimentalmente, que à medida que a conicidade aumenta a retenção diminui.

Porém, este estudo desconsidera as dificuldades anatômicas do preparo em boca, a distribuição, localização e posição dos dentes envolvidos e da necessidade de adequação do eixo de inserção entre os dentes pilares para a prótese parcial fixa. ¹⁶³ Recomendações mais recentes sugerem a conicidade total do preparo com angulação de 16°; ¹⁷⁰ entre 10° a 22°, podendo ser de até 10° nos dentes anteriores e até 22° nos molares; ⁵⁴ 10° a 20°. ¹⁷¹ As atuais orientações estão sendo propostas por representarem ângulos clinicamente aceitáveis e julgados apropriados para promover adequada retenção e estabilidade. ¹⁴³

Os resultados da média geral de conicidade total das preparações dentárias foram, para o grupo do modelo 1, de 17,22°, para o grupo do modelo 2, de 11,38° e, para o grupo do modelo 4, de 16,44°. Os valores obtidos neste estudo corroboram os resultados encontrados nos estudos de Ohm *et al.*, ¹⁷² Eams *et al.*, ¹⁷³ Mack, ¹⁷⁴ Weed *et al.*, ¹⁷⁵ Kent *et al.*, ¹⁷⁶ Nordlander *et al.*, ¹⁷⁷ Noonan *et al.*, ¹⁷⁸ Annerstedt *et al.*, ¹⁷⁹ Sato *et al.*, ¹⁸⁰ Smith *et al.*, ¹⁸¹ Poon *et al.*, ¹⁸² Reis *et al.*, ¹⁶³ Al-Omari *et al.*, ¹⁸³ Chan *et al.*, ¹⁸⁴ Ayad *et al.*, ⁶⁷ Patel *et al.*, ⁶⁸ Okuyama *et al.*, ⁶⁹ Rafeek *et al.*, ⁷⁰ (2006), Ghafoor *et al.* ¹⁸⁵ Esses estudos, que avaliaram as preparações realizadas por estudantes ou profissionais, verificaram médias de conicidade total superiores ao valor ideal acadêmico, variando de 10,4° a 29,76°. As pequenas diferenças encontradas entre os estudos podem ser atribuídas aos diferentes métodos de avaliação e diferenças no tamanho da amostra. Adicionalmente, Mack ¹⁷⁴ relatou que um baixo número de estudantes consegue realizar preparos com pequenas inclinações.

Ao nível do parâmetro espessura da margem de acabamento cervical foram obtidos resultados médios de desvio médio total de 0,16mm, 0,21mm e 0,22mm, no modelo 1, 2 e 4, respetivamente.

No que se refere à posição da margem de acabamento, os desvios relativos a uma posição ideal e referenciada são em média de 0,41mm, 0,45mm e 0,46mm no modelo 1, 2 e 4, respetivamente.

Estes dois parâmetros, da posição e espessura da linha, vão interferir diretamente com a qualidade da restauração e com o periodonto.

Em preparações curtas, espessuras de desgaste insuficientes na margem de acabamento cervical causam consideráveis tensões e podem levar a fraturas características em meia-lua, mesmo quando são aplicados cimentos adesivos. Por ser uma área sujeita a muita tensão, a região cervical, deve ser reforçada com o máximo de espessura de cerâmica devido à concentração de tensões, que é altamente prejudicial.^{54,186-193}

O limites de tolerâncias definidos para a margem de acabamento cervical, foram decididos tendo em consideração o rigor da posição, e influência no tipo definitivo de linha, se justa, supra ou infra-gengival. Os resultados obtidos tem um desvio entre 0,4 a 0,45 mm, que são limites aceitáveis em margens justa ou supra gengivais. Quando a margem de acabamento cervical de uma restauração se estender cerca de 0,5mm sob a margem gengival, podemos considerá-la como margem intra-sulcular. Ela está apenas insinuada dentro de um espaço de consideração histológica que, embora apresente valores variáveis em função das diferentes fases de erupção dentária, prolonga-se no sentido apical cerca de 0,69 mm, a partir da margem gengival.^{194,195}

Em 2000, Gunay *et al.*,¹⁹⁶ num estudo clínico retrospectivo com dois anos de resultados, procurou determinar se a localização de margens de coroas dentro da zona do espaço biológico conduziria a alterações periodontais, tendo concluído que a localização de margens de restaurações dentro do espaço biológico pode prejudicar a saúde periodontal do dente restaurado.

O parâmetro da segunda inclinação é importante na manutenção da uniformidade de espessura de desgaste ao longo da face vestibular que apresenta uma segunda curvatura. Autores alertam para essa questão que na execução de uma coroa de cerâmica a quantidade de desgaste do acabamento cervical da parede vestibular é menor do que na parede axial no terço médio da coroa devido a curvatura natural da coroa dentária.¹⁹⁷ Esta diferença de desgaste foi também observada por Sózio *et al.*,¹⁹⁸ Hobo *et al.*,¹⁹⁹ Anderson, *et*

al.,²⁰⁰ Odem *et al.*,²⁰¹ Franciscone *et al.*²⁰² que descrevem que o desgaste na preparação do acabamento cervical é menor quando comparado com o preparo da parede axial do terço médio da coroa. A quantidade da margem de acabamento cervical, deverá ser sempre igual no que se refere ao volume e a convexidade, independente do dente. Na porção média do dente (paredes axiais) a quantidade de desgaste depende diretamente da convexidade do dente.²⁰³

Segundo Pegoraro,²⁰⁴ a primeira inclinação deve ficar entre 2 a 5° para determinar uma área de retenção friccional para a prótese e inclinação de 5 a 10° nos terços médio e oclusal (segunda inclinação), com objetivo de facilitar a colocação, remoção e adaptação das coroas provisórias e definitivas.²⁰⁴

Relativamente à variação da espessura axial, os resultados indicam, em média, um desvio do ideal de 0,28mm que é considerado clinicamente aceitável, sem comprometer a estética nem a preservação da estrutura dentária. Este desvio é mais acentuado na parede vestibular, fato ser explicável pela tentativa de compensação da 2ª inclinação vestibular.

Com o desenvolvimento das coroas cerâmica iniciado por Charles Henry Land, houve uma mudança nas diretrizes da técnica de preparação dentária, que deveria preservar estrutura dentária para que pudesse haver retenção das coroas de cerâmica.²⁰⁵⁻²⁰⁸

Atualmente defende-se que as restaurações de prótese fixa, além de substituírem as estruturas dentárias perdidas, devem preservar o tecido dentário remanescente. Sempre que possível deve manter-se as superfícies do dente que permaneceram intactas e sadias, preservando, desta maneira, a vitalidade dental.

O bisel da cúspide funcional, deve ser realizado nas vertentes linguais das cúspides linguais superiores ou nas vertentes vestibulares das cúspides vestibulares inferiores, para proporcionar espaço de uma massa adequada de material para a restauração definitivas e impedir a sua fratura. A não realização de um bisel amplo leva a problemas como restaurações muito finas na união entre a face oclusal e parede axial. Este bisel deve ser executado a 45° com o eixo da preparação dentária. Segundo Shillingburg *et al.*⁵⁴ e Bottino *et al.*¹⁶⁸ são realizados inicialmente os sulcos de orientação antes da confecção do bisel. No parâmetro do bisel da cúspide funcional, as preparações apresentam em média um desvio 15,31°, relativamente ao valo ótimo de 45° relativamente ao eixo da preparação dentária, podendo ser considerado um valor clinicamente aceitável.

A preparação do desgaste da face oclusal, teve em consideração a técnica utilizada recomenda por vários autores, como Tylman's e Shillinburg, que utiliza uma primeira marcação com ICR esférico e depois são feitas guias de orientação de profundidade das rampas das vertentes das cúspides a acompanhar a inclinação das mesmas. De notar, que se verificou uma dificuldade por parte dos alunos, por não terem um elemento de referenciação de controle de desgaste, recomendado por Shillinburg.

Relativamente aos resultados do desgaste oclusal, verificou-se uma média de desvio do valor ideal de 0,34mm, resultante das médias de desvios de 0,37mm na cúspide vestibular e lingual e 0,28mm no sulco oclusal.

O acabamento da preparação dentária deve ser o mais regular e uniforme a nível da margem de acabamento cervical. Na parede axial dependente do tipo de cimentação definitiva a realizar. Vários autores, Andersson *et al.*,²⁰⁰ Inque *et al.*,²⁰³ Francischone *et al.*,²⁰² Zanetti *et al.*²⁰⁹ preconizam o acabamento da preparação dentária, com uso de ICR diamantadas ultrafinas ou multilaminadas de tungsténio.

O acabamento com ângulos arredondados é de importância para ângulos vivos que devem ser arredondados devido à concentração de tensões, altamente prejudiciais e que podem levar à fratura da restauração.^{54,186-189,191-193,197} A avaliação destes parâmetros como é subjetiva deve ser objeto de investigação futura.

4. ANÁLISE DA COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS DE AVALIAÇÃO

Da análise de resultados obtidos, por parâmetro e por grupo de parâmetros, entre o sistema PREPassistant® e o Visual Informatizado nos 3 observadores, verifica-se que existem diferenças estaticamente significativas ($p < 0.05$) em todos os grupos.

Isto permite concluir que existe a necessidade de uma calibração prévia entre os diferentes observadores. Da análise dos testes *post-hoc* de comparações múltiplas de médias, podemos verificar que observador 2 e 3 apresentam uma distribuição significativamente diferente ($p < 0,05$) e que observador 1, o mais experiente dos 3 observadores, não apresenta valores significativamente diferentes com o sistema PREPassistant®. Do total de avaliação objetiva, obtivemos os seguintes valores de média e mediana:

- Análise de valor total por parâmetro,
 - Sistema PREPassistant® de 3,36 valores de média e mediana.

- Observador 1 de 3,30 e 3,31, respetivamente.
- Observador 2 de 3,82 e 3,87, respetivamente.
- Observador 3 de 2,79 e 2,76, respetivamente.
- Análise de valor por grupo total por parâmetro,
 - Sistema PREPassistant® de 3,29 e 3,38, respetivamente.
 - Observador 1 de 3,37 e 3,40, respetivamente.
 - Observador 2 de 3,92 e 3,93, respetivamente.
 - Observador 3 de 2,87 e 2,81, respetivamente.

Podemos verificar que podemos existe uma variação 1,03 no total por parâmetro e de 1,05 no total por grupo de parâmetros. Relativamente à amplitude de valores de notas atribuídas é também maior em todos os observadores relativamente ao sistema PREPassistant®, sendo o observador 1 o mais experiente o que apresenta menor variação (Figura 44 A). Isto permite concluir que existe a necessidade de uma calibração prévia entre os diferentes observadores. Existe a necessidade calibração intra e inter operadores e a necessidade de mais estudos para avaliar as causas das variações.

Da análise de resultados obtidos, entre o sistema PREPassistant® e o Visual informatizado nos 3 observadores, verifica-se que existem diferenças estaticamente significativas ($p < 0.05$) em todos os grupos. Da análise dos testes *post-hoc* de comparações múltiplas de médias, podemos verificar que se apresentam diferenças estatisticamente significativas entre o sistema PREPassistant® e observador 2 e 3. Relativamente observador 1, não apresenta diferenças estatisticamente significativas com o sistema PREPassistant®.

A diferença entre valores de média do observador 2 e 3 é de 3,12 valores. De notar que a amplitude de valores são de 6,84 no PREPassistant®, 6 no Observador 1, 10 no Observador 2 e de 8 no Observador 3 (Figura 45). Concluimos de igual forma, com o método Visual Informatizado, da necessidade de uma calibração prévia intra e inter operadores e a necessidade de mais estudos para avaliar as causas das variações.

Da análise da comparação entre os métodos clássico e visual informatizado, concluímos também que apresentam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$). Contudo o observador 1, mais experiente, não apresenta diferenças estatisticamente significativas, entre estes dois métodos.

Relativamente ao estudo dos desvios entre o método PREPassistant® e cada um dos dois outros métodos de avaliação, conclui-se que o único caso que não se afasta significativamente do método PREPassistant® é o observador 1 no método visual informatizado. Podemos concluir que o método visual informatizado é um método com

menor erro de avaliação para um mesmo observador, contudo possui a limitação de a escala ser de 1 a 5 o que é desfavorável ao método de avaliação.

V. CONCLUSÕES

V. CONCLUSÕES

Nas condições desta investigação, do estudo comparativo de três métodos de avaliação de 210 preparações pré-clínicas (120 do Modelo 1, 30 do Modelo 2, 30 do Modelo 3 e 30 do Modelo 4) do estudo da progressão da aprendizagem com dois métodos de ensino realizados por 30 estudantes finalistas do 3º ano do curso de Medicina Dentária, podemos concluir:

Relativamente ao desenho de modelos para o Sistema PREPassistant®:

Com o auxílio do desenho de CAD, é possível desenvolver modelos originais e calibradores (Instrutor), que permitem padronizar a técnica de preparação dentária segundo o eixo da preparação e margem de acabamento cervical, sendo o modelo instrutor indispensável na calibração do sistema PREPassistant®.

Relativamente ao estudo dos modelos de aprendizagem:

Os modelos investigados permitem a evolução significativa na técnica de preparação dentária, demonstrando-se que a fase de aprendizagem pode ser mais rápida e mais incisiva sobre determinados aspetos da preparação dentária. Esta investigação abre horizontes ao desenho em CAD, de modelos de aprendizagem especificamente orientados para determinados parâmetros. Permitem também posterior aperfeiçoamento de técnica em algum aspeto particular.

Os modelos de aprendizagem, modelos tipo 2 e 3, permitem uma aprendizagem significativamente mais eficaz nos parâmetros da angulação axial, da espessura de desgaste da parede axial, no desgaste da face oclusal e no bisel da cúspide funcional.

A fadiga manifestada pelos alunos e verificada pelos resultados, permite concluir que interfere de forma significativa nos resultados da preparação dentária. Este aspeto merece avaliação posterior.

Relativamente aos métodos de avaliação:

A avaliação clássica permitiu verificar que existe uma variabilidade de notas entre os examinadores, sendo esta avaliação muito dependente da experiência do examinador e da noção individual de escala de nota e de critérios.

A avaliação visual informatizada, que inclui parâmetros e escala de ponderações de cada parâmetro, conduziu a uma diminuição de variabilidade entre examinadores, conduzindo a uma avaliação mais consistente e uniforme entre examinadores.

A avaliação com o sistema PREPassistant®, de acordo com a metodologia proposta, permitiu realizar uma avaliação objetiva de 83%, com avaliação subjetiva de 17%. Para atingir este rigor, foi necessário utilizar modelos de treino referenciados na linha de acabamento cervical e eixo de inserção e respetivo modelo calibrador do sistema.

A avaliação dos parâmetros não mensuráveis pelo sistema PREPassistant®, correspondentes a 17% da avaliação total, pode ser melhorado com o recurso às imagens 3D disponibilizadas pelo sistema, nomeadamente para os parâmetros tipo de linha (TL) e acabamento de ângulos arredondados (AnA). Estudos futuros sobre este aspeto teriam elevado interesse dado o potencial de aumentar o rigor do sistema para 92,5%.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Miller MD. Office procedures. Education, training, and proficiency of procedural skills. *Prim Care* 1997;24(2):231-40.
2. Ota D, Loftin B, Saito T, Lea R, Keller J. Virtual reality in surgical education. *Comput Biol Med* 1995;25(2):127-37.
3. Issenberg SB, McGaghie WC, Hart IR, Mayer JW, Felner JM, Petrusa ER, et al. Simulation technology for health care professional skills training and assessment. *JAMA* 1999;282(9):861-6.
4. Kaufmann CR. Computers in surgical education and the operating room. *Ann Chir Gynaecol* 2001;90(2):141-6.
5. Mason D. Oswald Fergus, a pioneer of simulated dental clinical practice. 2006.
6. Fugill M. Defining the purpose of phantom head. *Eur J Dent Educ* 2013;17(1):e1-4.
7. UGlasgow. World Changing Project - Inventing the phantom head to train dental students. 2010 [31-06-2014]; Available from: <http://worldchanging.gla.ac.uk//article/?id=15>.
8. Yoshiura K, Kawazu T, Chikui T, Tatsumi M, Tokumori K, Tanaka T, et al. Assessment of image quality in dental radiography, part 1: phantom validity. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1999;87(1):115-22.
9. McGaghie WC, Issenberg SB, Petrusa ER, Scalese RJ. A critical review of simulation-based medical education research: 2003-2009. *Med Educ* 2010;44(1):50-63.
10. Murtomaa H. Dental education in Europe. *Eur J Dent* 2009;3(1):1-2.
11. Reynolds PA, Eaton KA, Paganelli C, Shanley D. Nine years of DentEd--a global perspective on dental education. *Br Dent J* 2008;205(4):199-204.
12. Ashley FA, Gibson B, Daly B, Baker SL, Newton JT. Undergraduate and postgraduate dental students' 'reflection on learning': a qualitative study. *Eur J Dent Educ* 2006;10(1):10-9.
13. Shanley DB, Barna S, Gannon P, Kelly A, Teljeur C, Munck C, et al. Undergraduate training in the European Union. Convergence or divergence? *Eur J Dent Educ* 1997;1(1):35-43.
14. Mattheos N, Stefanovic N, Apse P, Attstrom R, Buchanan J, Brown P, et al. Potential of information technology in dental education. *Eur J Dent Educ* 2008;12 Suppl 1:85-92.

15. Schleyer TK, Thyvalikakath TP, Spallek H, Dziabiak MP, Johnson LA. From information technology to informatics: the information revolution in dental education. *J Dent Educ* 2012;76(1):142-53.
16. Bradley P. The history of simulation in medical education and possible future directions. *Med Educ* 2006;40(3):254-62.
17. Cooper JB, Taqueti VR. A brief history of the development of mannequin simulators for clinical education and training. *Qual Saf Health Care* 2004;13 Suppl 1:i11-8.
18. McGaghie WC, Siddall VJ, Mazmanian PE, Myers J. Lessons for continuing medical education from simulation research in undergraduate and graduate medical education: effectiveness of continuing medical education: American College of Chest Physicians Evidence-Based Educational Guidelines. *Chest* 2009;135(3 Suppl):62S-8S.
19. Kohn L, Corrigan J, Donaldson MS. *To Err Is Human: Building a Safer Health Care System*. Washington D. C. : National Academy Press 2000.
20. Gaba DM. The future vision of simulation in health care. *Qual Saf Health Care* 2004;13 Suppl 1:i2-10.
21. Okuda Y, Bryson EO, DeMaria S, Jr., Jacobson L, Quinones J, Shen B, et al. The utility of simulation in medical education: what is the evidence? *Mt Sinai J Med* 2009;76(4):330-43.
22. Ziv A, Wolpe PR, Small SD, Glick S. Simulation-based medical education: an ethical imperative. *Simul Healthc* 2006;1(4):252-6.
23. Berwick DM, Leape LL. Reducing errors in medicine. *Qual Health Care* 1999;8(3):145-6.
24. Petropoulos VC, Arbree NS, Tarnow D, Rethman M, Malmquist J, Valachovic R, et al. Teaching implant dentistry in the predoctoral curriculum: a report from the ADEA Implant Workshop's survey of deans. *J Dent Educ* 2006;70(5):580-8.
25. Harrison P, Polyzois I, Houston F, Claffey N. Patient satisfaction relating to implant treatment by undergraduate and postgraduate dental students--a pilot study. *Eur J Dent Educ* 2009;13(3):184-8.
26. Gordon JA, Wilkerson WM, Shaffer DW, Armstrong EG. "Practicing" medicine without risk: students' and educators' responses to high-fidelity patient simulation. *Acad Med* 2001;76(5):469-72.
27. Maran NJ, Glavin RJ. Low- to high-fidelity simulation - a continuum of medical education? *Med Educ* 2003;37 Suppl 1:22-8.

28. LeBlanc VR, Urbankova A, Hadavi F, Lichtenthal RM. A preliminary study in using virtual reality to train dental students. *J Dent Educ* 2004;68(3):378-83.
29. Beaubien JM, Baker DP. The use of simulation for training teamwork skills in health care: how low can you go? *Qual Saf Health Care* 2004;13 Suppl 1:i51-6.
30. van Merriënboer JJ, Sweller J. Cognitive load theory in health professional education: design principles and strategies. *Med Educ* 2010;44(1):85-93.
31. Brannan JD, White A, Bezanson JL. Simulator effects on cognitive skills and confidence levels. *J Nurs Educ* 2008;47(11):495-500.
32. Blum CA, Borglund S, Parcels D. High-fidelity nursing simulation: impact on student self-confidence and clinical competence. *Int J Nurs Educ Scholarsh* 2010;7:Article 18.
33. Peteani LA. Enhancing clinical practice and education with high-fidelity human patient simulators. *Nurse Educ* 2004;29(1):25-30.
34. Bambini D, Washburn J, Perkins R. Outcomes of clinical simulation for novice nursing students: communication, confidence, clinical judgment. *Nurs Educ Perspect* 2009;30(2):79-82.
35. Wagner D, Bear M, Sander J. Turning simulation into reality: increasing student competence and confidence. *J Nurs Educ* 2009;48(8):465-7.
36. Quinn F, Keogh P, McDonald A, Hussey D. A study comparing the effectiveness of conventional training and virtual reality simulation in the skills acquisition of junior dental students. *Eur J Dent Educ* 2003;7(4):164-9.
37. Urbankova A, Engebretson SP. Computer-assisted dental simulation as a predictor of preclinical operative dentistry performance. *J Dent Educ* 2011;75(9):1249-55.
38. NissinDental. Nissin Dental Products. 2014 [01-06-2014]; Available from: <http://www.nissin-dental.net/products/index.html>.
39. KaVo. Productos dentales. 2014 [01-06-2014]; Available from: <http://www.kavo.es/Productos.aspx>.
40. Frasaco. Products. 2014; Available from: <http://www.frasaco.de/en/products/product-group.html>.
41. Kneebone R. Simulation in surgical training: educational issues and practical implications. *Med Educ* 2003;37(3):267-77.
42. Kneebone R, Kidd J, Nestel D, Asvall S, Paraskeva P, Darzi A. An innovative model for teaching and learning clinical procedures. *Med Educ* 2002;36(7):628-34.

43. Collins JP, Harden RM. AMEE Medical Education Guide No. 13: real patients, simulated patients and simulators in clinical examinations. *Medical Teacher* 1998;20(6):508-21.
44. Satava RM. Accomplishments and challenges of surgical simulation. *Surg Endosc* 2001;15(3):232-41.
45. Rosen KR. The history of medical simulation. *J Crit Care* 2008;23(2):157-66.
46. Buchanan JA. Use of simulation technology in dental education. *J Dent Educ* 2001;65(11):1225-31.
47. de Boer IR, Wesselink PR, Vervoorn JM. The creation of virtual teeth with and without tooth pathology for a virtual learning environment in dental education. *Eur J Dent Educ* 2013;17(4):191-7.
48. Kapoor S, Arora P, Kapoor V, Jayachandran M, Tiwari M. Haptics - touchfeedback technology widening the horizon of medicine. *J Clin Diagn Res* 2014;8(3):294-9.
49. Arevalo CR, Bayne SC, Beeley JA, Brayshaw CJ, Cox MJ, Donaldson NH, et al. Framework for e-learning assessment in dental education: a global model for the future. *J Dent Educ* 2013;77(5):564-75.
50. Rhienmora P, Haddawy P, Suebnukarn S, Dailey MN. Intelligent dental training simulator with objective skill assessment and feedback. *Artif Intell Med* 2011;52(2):115-21.
51. Suebnukarn S, Hataidechadusadee R, Suwannasri N, Suprasert N, Rhienmora P, Haddawy P. Access cavity preparation training using haptic virtual reality and microcomputed tomography tooth models. *Int Endod J* 2011;44(11):983-9.
52. Eve EJ, Koo S, Alshihri AA, Cormier J, Kozhenikov M, Donoff RB, et al. Performance of Dental Students Versus Prosthodontics Residents on a 3D Immersive Haptic Simulator. *J Dent Educ* 2014;78(4):630-7.
53. Ben-Gal G, Weiss EI, Gafni N, Ziv A. Testing manual dexterity using a virtual reality simulator: reliability and validity. *Eur J Dent Educ* 2013;17(3):138-42.
54. Shillingburg HT, Hobo S, Whitsett LD, Jacobi R, Brackett SE. *Fundamentals of Fixed Prosthodontics*. 3ª Ed. ed. Chicago, IL, USA: Quintessence Publishing Co; 1997.
55. Pegoraro L, Valle L, Araújo C, Conti P, Bonachela V. *Preparo de dentes com finalidade protética. Prótese Fixa*. São Paulo: Artes Médicas; 2004.
56. Ronsentiel E. The retention of inlays and crowns as a function of geometrical form. *Br Dent J* 1957;103(388).

57. Jorgensen D. The relationship between retention and convergence angle in cemented veneer crowns. *Acta Odontol Scand* 1955;13(35).
58. Janson W. Manual de preparo de dentes com finalidade protética: técnica da silhueta. 4th ed. Bauru: FOB-USP; 1978.
59. Kaufman E, Coelho D, Colin J. Factors influencing the retention of cemented gold castings. *J Prosthetic Dent* 1961;11(487).
60. Tylman S, Malone W. Tylman's theory and practice of fixed prosthodontics. 7th ed. St. Louis: The C. V. Mosby Co.; 1978.
61. Dikema R, Phillips R, Johnston J. Modern practice in crown and bridge prosthodontics. Philadelphia: W. B. Saunders Co.; 1971.
62. Parker M. Resistance form in tooth preparation. *Dent Clin N Am* 2004;38:96.
63. Parker M, Barsky T, Keesee S, Morris W, Cameron S. The effect of preparation taper on the retention of cemented cast crowns under lateral fatigue loading. *J Prosthetic Dent* 2006;95(6):61.
64. Bottino M, Brunetti R. Princípios biomecânicos dos preparos cavitários e coronários. São Paulo: Santos; 1986.
65. Reis A, Lima A, Bozzo A, Loguercio A, Mori M. Conicidade de preparos para coroas totais em prótese parcial fixa. *Rev Pós Grad* 2001;8(4):64.
66. Al-Omari A, AL-Wahadni A. Convergence angle, occlusal reduction, and finish line depth of full-crown preparations made by dental students. 35 ed: Quintessence Int; 2004.
67. Ayad M, Maghrabi A, Rosenstiel S. Assessment of convergence angles of tooth preparations for complete crowns among dental students. *J Dent* 2005;33(8):8.
68. Patel P, Wildgoose D, Winstanley R. Comparasion of convergence angles achieved in posterior teeth prepared for full veneer crowns. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 2005;13(3):4.
69. Okuyama Y, Kasahama S, Kimura K. Quantitative evaluation of axial wall taper in prepared artificial teeth. *J Oral Sci* 2005;47(3):33.
70. Rafeek R, Marchan S, Seymour K, Zou L, Samarawickrama D. Abutment taper of full cast crown preparations by dental students in the UWI School of Dentistry. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 2006;14(2):6.
71. Ghafoor R, Rahman M, Siddigui A. Comparison of convergence angle of prepared tooth for full veneer metal ceramic crowns. *J Coll Physicians Surg Pak* 2011;21(1):8.

72. Goodacre C, Campagni W, Aquilino S. Tooth preparations for complete crowns: An art form based on scientific principles. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 2001;85(4):13.
73. Goodacre JC. Designing tooth preparations for optimal success. *Dent Clin N Am* 2004;48:26.
74. Waerhaug J. Histologic considerations which govern where the margins of restorations should be located in relation to gingiva. *Dent Clin North Am* 1960;4:76.
75. Karlsen K. Gingival reactions to dental restorations. *Acta Odontol Scand* 1970;28:9.
76. Marcum JS. The effect of crown marginal depth upon gingival tissue. *J Prosthetic Dent* 1967;17:87.
77. Larato DC. The effect of crown margin extension on gingival inflammation. *J South Calif Dent Assoc* 1969;37:8.
78. Renggli HH, Regolati B. Gingival inflammation and plaque accumulation by well-adapted supragingival and subgingival proximal restorations. *Helv Odontol Acta* 1962;16:2.
79. Valderhaug J, Birkeland JM. Periodontal conditions in patients 5 years following insertion of fixed prostheses. *J Oral Rehabil* 1976;3:43.
80. Newcomb GM. The relationship between the location of subgingival crown margins and gingival inflammation. *J Periodontol* 1974;45:4.
81. Jameson LM. Comparison of the volume of crevicular fluid from restored and nonrestored teeth. *J Prosthetic Dent* 1979;41:4.
82. Jameson L, Malone W. Crown contours and gingival response. *J Prosthetic Dent* 1982;47.
83. Rosenstiel S, Land M, Fujimoto J. *Contemporary fixed prosthodontics*. 2nd ed. St. Louis, MO 1995.
84. Chiche G, Pinault A. *Esthetics of anterior fixed prosthodontics*. Chicago: Quintessence Publishing Co.; 1994.
85. Parker M, Calverley M, Gardner F, Gunderson R. New guidelines for preparation taper. *J Prosthodont* 1993;2:6.
86. Maxwell A, Blank L, Pelleu G. Effect of crown preparation height on the retention and resistance of gold casting. *Gen Dent* 1990;38(3):2.
87. Woolsey G, Matich J. The effect of axial grooves on the resistance form of cast restorations. *J Am Dent Assoc* 1978;97:80.

88. Borges AL, Borges AB, Uemura ES, Paes-Junior TJ, Tango RN, de Araujo JE, et al. Evaluation of a new intraoral paralleling device for creating guiding planes: a pilot study. *J Contemp Dent Pract* 2010;11(1):E065-72.
89. Pigozzo MN, Laganá DC, Mori M, Gil C, Mantelli AG. Preparos dentais com finalidade protética: uma revisão da literatura. *Revista de Odontologia da Universidade de São Paulo* 2009;21(1):48-55.
90. Charbeneau GT, Peyton FA. Some effects of cavity instrumentation on the adaptation of gold castings and amalgam. *J Prosthetic Dent* 1985;8:25.
91. Tjan AHL, Sarkissian R. Effect of preparation finish on retention and fit of complete crowns. *J Prosthetic Dent* 1986;56:8.
92. Zhang L, Curless B, Seitz SM. Rapid Shape Acquisition Using Color Structured Light and Multi-pass Dynamic Programming. *Proceedings of the 1st International Symposium on 3D Data Processing, Visualization, and Transmission (3DPVT)*; June 19-21, 2002; Padova, Italy 2002. p. 24-36.
93. Wikipedia. LIDAR (Light Detection And Ranging). 2014 [26-12-2014]; Available from: <http://en.wikipedia.org/wiki/LIDAR>.
94. Hoo TH, Arshad MR, editors. *A Simple Surface Mapping Technique using Laser Triangulation Method*. ICOLA, 2002; 2002; Jakarta, Indonesia.
95. Faro. FaroArm. 2014 [26-12-2014]; Available from: <http://www.faro.com/products/metrology/faroarm-measuring-arm/overview>.
96. Dicionário. Gabarito. 2014 [26-12-2014]; Available from: <http://www.dicio.com.br/gabarito/>.
97. Hammett PC, Garcia-Guzman LM, Geddes SW, Walsh PT. Quantifying Alignment effects in 3D Coordinate Measurement. Michigan: University of Michigan, Transportation Research Institute and Manufacturing Validation Solutions, LLC 2009.
98. Naranjo JAB. Registro e alinhamento de imagens de profundidade obtidas com digitalizador para o modelamento de objetos com análise experimental do algoritmo ICP. Brasília: Universidade de Brasília; 2012.
99. Wikipedia. STL (file format). 2014 [26-12-2014]; Available from: http://en.wikipedia.org/wiki/STL_%28file_format%29.

100. Chua CK, Leong KF, Lim CS. Rapid Prototyping Data Formats In: Chua CK, Leong KF, Lim CS, editors. *Rapid Prototyping: Principles and Applications*. 2a Edição ed. Singapura: World Scientific Publishing Co; 2003. p. 301-55.
101. Correia A, Sampaio-Fernandes JC, Reis Campos JC, Vaz MAP, Piloto PAG, Ramos NV. Sistemas de CAD-CAM em medicina dentária. *Integração com métodos de análise experimental de tensões*. *Mecânica Experimental* 2012;20:131-4.
102. Vattama SS, Helmsa ME, Goela AK. A content account of creative analogies in biologically inspired design. *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing* 2010;24(Special Issue 04):467-81.
103. Liua K, Jianga L. Bio-inspired design of multiscale structures for function integration. *Nanotoday* 2011;6(2):155–75.
104. Alcoforado MG, Nascimento RA, Neves AF, editors. *A geometria da natureza: um estudo da funcionalidade das formas biológicas para aplicação no design*. XXI Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico; 2013; Florianópolis SC.
105. Eaton KA. E-learning - new technologies but slow progress? *Int J Comput Dent* 2004;7(2):115-7.
106. Asselmeyer H. Trends, current developments, and concepts in distance learning and E-learning. *Int J Comput Dent* 2004;7(2):145-57.
107. Hohne S, Schumann RR. Computer-assisted learning in human and dental medicine. *Int J Comput Dent* 2004;7(2):159-67.
108. Welk A, Splieth C, Seyer D, Rosin M, Siemer M, Meyer G. German dental faculty attitudes towards computer-assisted simulation systems correlated with personal and professional profiles. *Eur J Dent Educ* 2006;10(2):87-95.
109. Rosenberg H, Sander M, Posluns J. The effectiveness of computer-aided learning in teaching orthodontics: a review of the literature. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;127(5):599-605.
110. Esser C, Kerschbaum T, Winkelmann V, Krage T, Faber FJ. A comparison of the visual and technical assessment of preparations made by dental students. *Eur J Dent Educ* 2006;10(3):157-61.
111. Hollis W, Darnell LA, Hottel TL. Computer assisted learning: a new paradigm in dental education. *J Tenn Dent Assoc* 2011;91(4):14-8; quiz 8-9.

112. Cardoso JA, Barbosa C, Fernandes S, Silva CL, Pinho A. Reducing subjectivity in the evaluation of pre-clinical dental preparations for fixed prosthodontics using the Kavo PrepAssistant. *Eur J Dent Educ* 2006;10(3):149-56.
113. Schitteck M, Mattheos N, Lyon HC, Attstrom R. Computer assisted learning. A review. *Eur J Dent Educ* 2001;5(3):93-100.
114. Al-Jewair TS, Qutub AF, Malkhassian G, Dempster LJ. A systematic review of computer-assisted learning in endodontics education. *J Dent Educ* 2010;74(6):601-11.
115. Clark RD, Weekrakone S, Rock WP. A Hypertext tutorial for teaching cephalometrics. *Br J Orthod* 1997;24(4):325-8.
116. Irvine NR, Moore RN. Computer-assisted instruction in mixed dentition analysis. *J Dent Educ* 1986;50(6):312-5.
117. Luffingham JK. An assessment of computer-assisted learning in orthodontics. *Br J Orthod* 1984;11(4):205-8.
118. Topping KP. Peer assessment between students in colleges and universities. *Review of Educational Research* 1998;68(3):249-76.
119. Mulder RA, Pearce JM, Baik C. Peer review in higher education: Student perceptions before and after participation. *Active Learning in Higher Education* 2014;15(2):157-71.
120. Vargis A. Principles of assessment: a primer for medical education in the clinical years. *Int J Med Educ* 2009;1:83-7.
121. Turnbull J, Gray J, MacFadyen J. Improving in-training evaluation programs. *J Gen Intern Med* 1998;13(5):317-23.
122. Satterthwaite JD, Grey NJ. Peer-group assessment of pre-clinical operative skills in restorative dentistry and comparison with experienced assessors. *Eur J Dent Educ* 2008;12(2):99-102.
123. Falchikov N, Goldfinch J. Student Peer Assessment in Higher Education: A Meta-Analysis Comparing Peer and Teacher Marks. *Review of Educational Research* 2000;70(3):287-322.
124. Jenkins SM, Dummer PM, Gilmour AS, Edmunds DH, Hicks R, Ash P. Evaluating undergraduate preclinical operative skill; use of a glance and grade marking system. *J Dent* 1998;26(8):679-84.

125. Sharaf AA, AbdelAziz AM, El Meligy OA. Intra- and inter-examiner variability in evaluating preclinical pediatric dentistry operative procedures. *J Dent Educ* 2007;71(4):540-4.
126. Arnetzl G, Dornhofer R. PREPassistant: a system for evaluating tooth preparations. *Int J Comput Dent* 2004;7(2):187-97.
127. Hinkelman KW, Long NK. Method for decreasing subjective evaluation in preclinical restorative dentistry. *J Dent Educ* 1973;37(9):13-8.
128. Helft M, Pilo R, Cardash HS, Baharav H. Reliability of ratings in evaluation of crowns. *J Prosthet Dent* 1987;58(5):647-9.
129. Vann WF, Machen JB, Hounshell PB. Effects of criteria and checklists on reliability in preclinical evaluation. *J Dent Educ* 1983;47(10):671-5.
130. Goepferd SJ, Kerber PE. A comparison of two methods for evaluating primary class II cavity preparations. *J Dent Educ* 1980;44(9):537-42.
131. Henzi D, Davis E, Jasinevicius R, Hendricson W. In the students' own words: what are the strengths and weaknesses of the dental school curriculum? *J Dent Educ* 2007;71(5):632-45.
132. Natkin E, Guild RE. Evaluation of preclinical laboratory performance: a systematic study. *J Dent Educ* 1967;31(2):152-61.
133. Karl M, Graef F, Wichmann M, Beck N. Evaluation of tooth preparations - a comparative study between faculty members and pre-clinical students. *Eur J Dent Educ* 2011;15(4):250-4.
134. Houpt MI, Kress G. Accuracy of measurement of clinical performance in dentistry. *J Dent Educ* 1973;37(7):34-46.
135. Heylings DJ, Stefani LA. Peer assessment feedback marking in a large medical anatomy class. *Med Educ* 1997;31(4):281-6.
136. Orsmonda P, Merrya S, Reilinga K. The Importance of Marking Criteria in the Use of Peer Assessment. *Assessment & Evaluation in Higher Education* 1996;21(3):239-50.
137. Kwana K-P, Leung RW. Tutor versus peer group assessment of student performance in a simulation training exercise. *Assessment and Evaluation in Higher Education* 1996;21(3):2015-214.
138. Papinczak T, Young L, Groves M, Haynes M. An analysis of peer, self, and tutor assessment in problem-based learning tutorials. *Med Teach* 2007;29(5):e122-32.

139. Papinczak T, Young L, Groves M. Peer assessment in problem-based learning: a qualitative study. *Adv Health Sci Educ Theory Pract* 2007;12(2):169-86.
140. Evans AW, Leeson RM, Petrie A. Reliability of peer and self-assessment scores compared with trainers' scores following third molar surgery. *Med Educ* 2007;41(9):866-72.
141. English R, Brookes ST, Avery K, Blazeby JM, Ben-Shlomo Y. The effectiveness and reliability of peer-marking in first-year medical students. *Med Educ* 2006;40(10):965-72.
142. Burnett AC, Linden GJ. The reproducibility of the assessment of restorations by dental students and their teachers. *J Dent Educ* 1988;52(10):568-70.
143. Nick DR, Clark M, Miler J, Ordelheide C, Goodacre C, Kim J. The ability of dental students and faculty to estimate the total occlusal convergence of prepared teeth. *J Prosthet Dent* 2009;101(1):7-12.
144. Schiff AJ, Salvendy G, Root CM, Ferguson GW, Cunningham PR. Objective evaluation of quality in cavity preparations. *J Dent Educ* 1975;39(2):92-6.
145. Welk A, Splieth C, Rosin M, Kordass B, Meyer G. DentSim - a future teaching option for dentists. *Int J Comput Dent* 2004;7(2):123-30.
146. Jasinevicius TR, Landers M, Nelson S, Urbankova A. An evaluation of two dental simulation systems: virtual reality versus contemporary non-computer-assisted. *J Dent Educ* 2004;68(11):1151-62.
147. Buchanan JA. Experience with virtual reality-based technology in teaching restorative dental procedures. *J Dent Educ* 2004;68(12):1258-65.
148. Welk A, Maggio MP, Simon JF, Scarbecz M, Harrison JA, Wicks RA, et al. Computer-assisted learning and simulation lab with 40 DentSim units. *Int J Comput Dent* 2008;11(1):17-40.
149. ImageNavigation. DentSim overview. (consultado a 22 de Junho de 2014); Available from: <http://www.image-navigation.com/DentSim/overview.html>.
150. Kournetas N, Jaeger B, Axmann D, Groten M, Lachmann S, Weber H, et al. Assessing the reliability of a digital preparation assistant system used in dental education. *J Dent Educ* 2004;68(12):1228-34.
151. Taylor CL, Grey NJ, Satterthwaite JD. A comparison of grades awarded by peer assessment, faculty and a digital scanning device in a pre-clinical operative skills course. *Eur J Dent Educ* 2013;17(1):e16-21.

152. Konukseven EI, Onder ME, Mumcuoglu E, Kisnisci RS. Development of a visio-haptic integrated dental training simulation system. *J Dent Educ* 2010;74(8):880-91.
153. van der Vleuten CP, Schuwirth LW. Assessing professional competence: from methods to programmes. *Med Educ* 2005;39(3):309-17.
154. Downing SM. Validity: on meaningful interpretation of assessment data. *Med Educ* 2003;37(9):830-7.
155. Almeida TC, Fernandes PFS, Sampaio Fernandes JCA, Silva CL, Pinho AR. O Sistema Kavo PREPassistant® no Ensino Pré-Clínico de Prótese Fixa. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial* 2009;50(2):105-9.
156. Jäger B, Kournetas N, Groten M, Lachmann S, Weber H, Geis-Gerstorfer J. PREPassist as digital assistance for dental education. *Int Poster J Dent Oral Med* 2003 2003;5 (1):Poster 169.
157. Devitt P, Palmer E. Computer-aided learning: an overvalued educational resource? *Med Educ* 1999;33(2):136-9.
158. Sampaio-Fernandes JC, Fernandes MS, Fonseca P, Almeida PR, Reis Campos JC, Figueiral MH. Avaliação de nichos oclusais com tecnologia 3D. *Rev Port Estomatol Med Dent Cir Maxilofac* 2013;54(S1):e38.
159. GDS. Global Dental Solutions, LLC® - IPS e.max Preparation Guide. Atlanta2012; Available from: <http://www.globaldentalsolutions.com/emax.html>.
160. Komet. Komet Dental Catalog. 2013 [02-06-2014]; Available from: http://www.kometdental.de/uploads/media/412100V0_GBL_KAT_2014_D-GB_01.pdf.
161. Silva FJ. Sistema KaVo PREPassistant®: Estudo da Fiabilidade. Porto: UP; 2014.
162. Abreu MC, Masseto MT. O professor universitário em sala de aula. São Paulo: MG Editores Associados; 1990.
163. Reis A, Lima AV, Bozzo ACI. Conicidade de preparos para coroas totais em prótese parcial fixa. *Revista Pós-Graduação Faculdade Odontologia USP* 2001;8(4):359-64.
164. Carr GB, Murgel CA. The use of the operating microscope in endodontics. *Dent Clin North Am* 2010;54(2):191-214.
165. Engelkirk PG, Duben-Engelkirk JL, Burton GR. Viewing the Microbial world. In: Engelkirk PG, Duben-Engelkirk JL, Burton GR, editors. *Burton's Microbiology for the Health Sciences*. Philadelphia: LWW; 2010. p. 13-23.

166. Ghai CL. The Compound Microscope. In: Ghai CL, editor. A Textbook of Practical Physiology. 8ª Edição ed. Londres: Jaypee Brothers Medical Publishers; 2013. p. 1-11.
167. Johnston JF, Phillips RW, Dykema RW. Modern practice in crown and bridge prosthodontics. . Philadelphia: W.B. Saunders; 1971.
168. Bottino MA, Brunetti RF. Princípios Biomecânicos dos Preparos Cavitários e Coronários. In: Bottino MA, Brunetti RF, editors. Manual de Prótese Parcial Fixa. São Paulo: Santos; 1986. p. 59-71.
169. Smyd ES. Advanced thought in indirect inlay and bridge fabrication. J Am Dent Assoc 1944;31(11):759-68.
170. Dodge WW, Weed RM, Baez RJ, Buchanan RN. The effect of convergence angle on retention and resistance form. . Quintessence Int 1985;16(3):191-4.
171. Goodacre CJ, Campagni WV, Aquilino AS. Tooth preparations for complete crowns: An art form based on scientific principles. J Prosthetic Dent 2001;85(4):63-76.
172. Ohm E, Silness J. The convergence angle in teeth prepared for artificial crowns. J Oral Rehabil 1978;5(4):371-5.
173. Eames WB, O'Neal SJ, Monteiro J, Miller C, Roan JD, Jr., Cohen KS. Techniques to improve the seating of castings. J Am Dent Assoc 1978;96(3):432-7.
174. Mack PJ. A theoretical and clinical investigation into the taper achieved on crown and inlay preparations. J Oral Rehabil 1980;7(3):255-65.
175. Weed RM, Baez RJ. A method for determining adequate resistance form of complete cast crown preparations. J Prosthet Dent 1984;52(3):330-4.
176. Kent WA, Shillingburg HT, Jr., Duncanson MG, Jr. Taper of clinical preparations for cast restorations. Quintessence Int 1988;19(5):339-45.
177. Nordlander J, Weir D, Stoffer W, Ochi S. The taper of clinical preparations for fixed prosthodontics. J Prosthet Dent 1988;60(2):148-51.
178. Noonan JE, Jr., Goldfogel MH. Convergence of the axial walls of full veneer crown preparations in a dental school environment. J Prosthet Dent 1991;66(5):706-8.
179. Annerstedt A, Engstrom U, Hansson A, Jansson T, Karlsson S, Liljehagen H, et al. Axial wall convergence of full veneer crown preparations. Documented for dental students and general practitioners. Acta Odontol Scand 1996;54(2):109-12.
180. Sato T, Al Mutawa N, Okada D, Hasegawa S. A clinical study on abutment taper and height of full cast crown preparations. J Med Dent Sci 1998;45(3):205-10.

181. Smith CT, Gary JJ, Conkin JE, Franks HL. Effective taper criterion for the full veneer crown preparation in preclinical prosthodontics. *J Prosthodont* 1999;8(3):196-200.
182. Poon BK, Smales RJ. Assessment of clinical preparations for single gold and ceramometal crowns. *Quintessence Int* 2001;32(8):603-10.
183. Al-Omari WM, Al-Wahadni AM. Convergence angle, occlusal reduction, and finish line depth of full-crown preparations made by dental students. *Quintessence Int* 2004;35(4):287-93.
184. Chan DC, Wilson AH, Jr., Barbe P, Cronin RJ, Jr., Chung C, Chung K. Effect of preparation convergence on retention and seating discrepancy of complete veneer crowns. *J Oral Rehabil* 2004;31(10):1007-13.
185. Ghafoor R, Rahman M, Siddiqui AA. Comparison of convergence angle of prepared teeth for full veneer metal ceramic crowns. *J Coll Physicians Surg Pak* 2011;21(1):15-8.
186. Walton CB, Leven MM. Preliminary report of photoelastic tests of strain patterns within jacket crowns. *J Am Dent Assoc* 1955;50(1):144-48.
187. Fairley JM, Deubert LW. Preparation of a maxillary central incisor for a porcelain jacket restoration. *Br Dent J* 1958;104(18):208-12.
188. Pettrow JN. Practical factors in building and firing characteristics of dental porcelain. *J Prosthet Dent* 1961;11(2):334-44.
189. El-Ebrashi MK, Craig RG, Peyton FA. Experimental stress analysis of dental restorations. V. The concept of occlusal reduction and pins. *J Prosthet Dent* 1969;22(5):567-77.
190. McLean JW, Hughes TH. The reinforcement of dental porcelain with ceramic oxides. *Br Dent J* 1965;119(5-6):251-67.
191. Ueti M, Mori M. *Iniciação em Clínica de Prótese Fixa*. São Paulo: Sarvier; 1982.
192. Kamposiora P, Papavasiliou G, Bayne SC, Felton DA. Finite element analysis estimates of cement microfracture under complete veneer crowns. *J Prosthet Dent* 1994;71(5):435-41.
193. Chiche GJ, Pinault A. *Estética em próteses fixas anteriores*. São Paulo: Quintessence; 1996.
194. Gargiulo AW, Wentz FM, Orban B. Mitotic activity of human oral epithelium exposed to 30 per cent hydrogen peroxide. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1961;14:474-92.

195. Maynard JG, Jr., Wilson RD. Physiologic dimensions of the periodontium significant to the restorative dentist. *J Periodontol* 1979;50(4):170-4.
196. Gunay H, Seeger A, Tschernitschek H, Geurtsen W. Placement of the preparation line and periodontal health--a prospective 2-year clinical study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2000;20(2):171-81.
197. McClean JL. The science and art of dental ceramics. In: McClean JL, editor. *The nature of dental ceramics and their clinical use*. Chicago: Quintessence; 1979. p. 214-98.
198. Sózio RB, Riley EJ. The shrink-free ceramic crown. *J Prosthet Dent* 1983;49(2):182-7.
199. Hobo S, Iwata T. Castable apatite ceramics as a new biocompatible restorative material: I. Theoretical considerations. *Quintessence Int* 1985;16:135-41.
200. Andersson M, Razzoog ME, Oden A, Hegenbarth EA, Lang BR. Procera: a new way to achieve an all-ceramic crown. *Quintessence Int* 1998;29(5):285-96.
201. Oden A, Andersson M, Krystek-Ondracek I, Magnusson D. Five-year clinical evaluation of Procera AllCeram crowns. *J Prosthet Dent* 1998;80(4):450-6.
202. Francischone CE, Vasconcelos LW. *Sistema Procera: nova tecnologia em estética*. São Paulo: Quintessence; 2000.
203. Inque RT, Feltrin PP, editors. *Comunicação pessoal em aula de preparo para coroas*. Curso de Mestrado em Odontologia na UNICASTELO; 1999; Campinas, São Paulo.
204. Pegoraro LF. *Preparos de Dentes com Finalidade Protética*. *Protese Fixa*. São Paulo: Artes Medicas; 2004. p. 45-67.
205. Land CH. Metallic enamel coatings and fillings. *Independent Pract* 1886;7:413-4.
206. Land CH. Clinic report. *Dent Cosmos* 1889;31:190-2.
207. Land CH. A new system of restoring badly decayed teeth by means of an enameled metallic coating. *Independent Pract* 1886;7:407-9.
208. Land CH. Metallic enamel sections. A new system for filling teeth. *Independent Pract* 1887;8:87-90.
209. Zanetti AL, Inque RT, Feltrin PP. *Apostila de aprendizado dos preparos dentários e roteiro de aulas teóricas de Prótese Parcial Fixa*. In: Universidade Camilo Castelo Branco, editor. Campinas, São Paulo. 2001.

